

当資料について

株式会社須山齒研では、作成するカスタムイヤーマニター（FitEar）との関連から、イヤホンやヘッドホンを用いたポータブルオーディオにおける音楽体験と聴覚／身体の安全を両立すべく、「SAFE LISTENING（セーフリスニング）」という啓蒙活動を2010年から行ってまいりました。

世界保健機関（WHO）でも2015年、音楽による主に若年者層の難聴リスク低減を目的とした「Make Listening Safe Initiative（メイクリスニングセーフイニシアチブ）」がスタートしましたが、日本国内で同活動の窓口機関となった総務省外郭団体、一般社団法人情報通信技術委員会（TTC）よりご連絡をいただき、2016年には同委員会セミナーにて講演、2017年からはWHO本部にて開催される国際電気通信連合（ITU）とのミーティング（WHO-ITU Make Listening Safe consultation）に参加しています。

このミーティングは当初スマートフォンを利用する若年者層に対する安全な音楽鑑賞に関する啓蒙と、スマートフォンメーカーに対する音量制限や警告表示、ユーザーの使用状況モニタリングといったガイドライン策定がテーマでしたが、同じく若年者層の難聴リスク要因となるライブコンサートやクラブイベントについてもなんらかのガイドラインが必要ではという議論が開始されました。

その後WHO「セーフリスニング会場とイベントのためのグローバルスタンダード（WHO Global standard for safe listening venues & events）」として取りまとめられ2022年3月に発表されました。これらは現状日本国内において法的拘束力を持つものではなく、また世界的にみても発展途上の内容と考えられますが、将来ミュージックエンターテインメントシーンに対し何らかの影響を与えうるものとも考えられます。

音響会社様やイベント興行会社様、サウンドエンジニアの皆様には既知、常識的な情報と思われませんが、日本において当件に関する資料が非常に限られている現状から、国外での現状を周知できればと今回日本語訳を行いました。

この翻訳につきましても至らない箇所や間違いがあるかと思えます。不完全であることをお詫びするとともに、当資料が少しでも皆様のご参考となれば幸いです。

株式会社 須山齒研
須山 慶太
info@suyama.co.jp
<https://fitear.jp/music/>

【ご注意】 この翻訳文は世界保健機関（WHO）によって作成されたものではありません。WHOはこの翻訳の内容や正確さについて責任を負いません。英語原版を拘束力のある正本とします。

英語原版リンク：

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240043114>

WHO セーフリスニング会場とイベントのためのグローバルスタンダード

要旨

WHOは世界で10億人以上の若者がレクリエーション環境での音への暴露による聴覚喪失のリスクにさらされていると推定しています。安全でない聞き方によって聴覚に損傷を受けるリスク（1）は、回避できるものであると同時に、大きな犠牲を伴うものです。

この脅威の増大に直面し、政府、公衆衛生機関、音楽の制作・流通・増幅に携わる人々、民間企業、市民社会、その他の関係者はすべて、来場者や消費者がさらされている音のレベルを理解し、安全な聴取行動を促進する環境を整える注意義務を負っています。

この問題に取り組むため、WHOはメイク・リスニング・セーフ・イニシアチブ（Make Listening Safe Initiative）の一環として、娯楽施設やイベントにおけるセーフリスニングに関する共通の理解を提供する「セーフリスニング施設とイベントのためのグローバルスタンダード」（以下、「スタンダード」）を策定しました。この基準は、6つの「要点」から構成されており、これを実施することにより世界中の来場者が聴覚を保護しながらアンプリファイドミュージックを楽しむことができ、同時に音楽体験の完全性も維持することができます。

要点1：音圧レベル制限：100dB LAeq, 15min

上限を100dB LAeq, 15min（等価連続音圧レベル100dB/A特性周波数重み付け/平均化時間間隔15分）とし、来場者に安全で楽しい音を提供できるようにしました。

要点2：音圧レベルの監視

音圧レベルのライブモニタリングは、校正された機器を用いて指定されたスタッフが行います。

1. 「安全でない聞き方」とは、音楽やその他のオーディオコンテンツを高い音量で、あるいは長時間にわたって聴くという一般的な行為を指します。
2. WHO環境騒音ガイドライン欧州地域版、WHO-ITUパーソナルオーディオシステムの安全な聴取のための世界標準規格に準拠しました。

要点3：会場音響とサウンドシステムの設計

サウンドシステムと会場音響の最適化により、セーフリスニングと音質の向上を実現します。

要点4：個人用聴覚保護具

来場者は適切な説明のある耳栓などの聴覚保護具を利用することができます。

要点5：クワイエットゾーン

来場者が耳を休めることができ聴覚障害のリスクを軽減できるよう、指定された静かなスペースが用意されています。

要点6：適切な教育と情報提供

来場者とスタッフの双方が、安全に聴くためにできる実践的な方法を知っていることが必要です。

セーフリスニング会場とイベントのためのグローバルスタンダードの推奨事項は、以下のように実施することができます。

- 政府：適切な政府部門による法律または規制の策定、および遵守状況の監視と国民意識向上キャンペーンを通じて実施することができます。難聴は拡大しつつある公衆衛生上の問題であり、その予防は生活の質の向上と生産性の向上をもたらします。
- 会場やイベントのオーナー/マネージャー：一部または全部の機能を自主的に採用することができます。お客さまの聴力を保護しつつリスニング体験を向上させることは、お客さまの聴力に依存する業界にとって健全なビジネスセンスとなります。
- 音響家/エンジニア/音楽家/イベント主催者等：本規格の必要性、利点、特徴は、音楽の創作や娯楽施設やイベントの運営に携わる人に向けて、あらためて教育することができます。聴覚障害のリスクを抑えることは、来場者だけでなく、そのような環境で働く人々にとっても有益です。

序文

ヘッドホンやイヤホンを使って音楽を聴いたり、会場やイベントに参加したりすることは、何百万人もの人々が毎日楽しんでいるレクリエーション活動です。しかし大音量で音楽を聴くことは喜びとリスクの両方を伴います。

レクリエーションに参加すると、不可逆的な難聴になる恐れがあるため、レクリエーション環境において大音量にさらされる機会が増えていることが懸念されています（1-10）。

WHOの推計によると、世界中で10億人以上の若者がレクリエーションの場での音への暴露により、本来避けることができる聴覚障害のリスクにさらされています。（コラム1参照）。このような脅威が高まる中、政府、公衆衛生機関、音楽の制作・流通・増幅に携わる人々、機器やオーディオ機器のメーカー、市民社会、その他の関係者は来場者や消費者がさらされている音量を理解し、安全な聴取行動（セーフリスニング）を促進する環境を整える注意義務があります。

コラム1:

安全でない聞き方による危険性をWHOが推計

WHOの推計では、以下のことが明らかになっています。(10)

- 4億3千万人以上（世界人口の5％）の人々が、様々な原因によって引き起こされる難聴に苦しんでいます。この数は、難聴の危険因子を軽減するための対策がとられない限り、今後数十年の間に大幅に増加すると予測されています。
- 世界で11億人の若者が安全でない聞き方をした結果、聴力喪失の危険にさらされている可能性があります。
- 中・高所得国の12～35歳のティーンエイジャーとヤングアダルトを対象としています。
- ナイトクラブ、ディスコ、バーなどの娯楽施設では、40%近くが有害な音圧レベルにさらされています。
- 約50%の人が大音量や長時間のパーソナルオーディオの使用により難聴のリスクに直面しています。

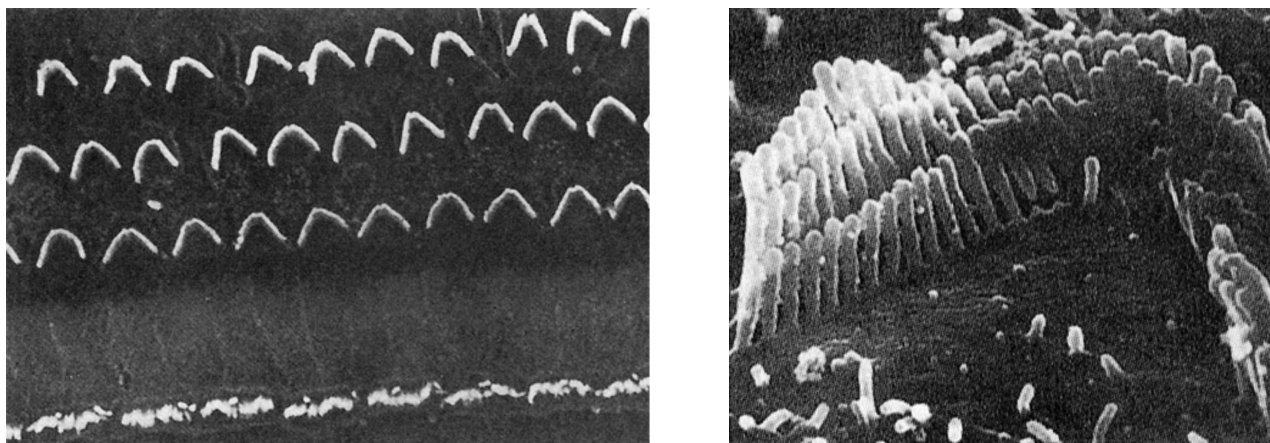
安全でないリスニングがもたらす脅威に対処するため、WHOは2015年にメイク・リスニング・セーフ・イニシアチブ（Make Listening Safe Initiative）（3）を立ち上げました。イニシアチブの全体的なビジョンは、すべての年齢の人々が聴覚を保護しながらリスニングを楽しむというものであり、その目的はレクリエーション環境における大音量への危険な暴露によってもたらされる聴覚喪失のリスクを低減することです。このイニシアチブの一環として、2019年、世界保健機関（WHO）と国際電気通信連合（ITU）は「パーソナルオーディオ機器・システムによるセーフリスニングのためのWHO-ITUグローバルスタンダード」を策定しました。今回の規格である「セーフリスニングのための会場とイベントのためのグローバル規格」は、ナイトクラブ、ディスコ、バー、コンサート、音楽フェスティバルなどの会場やイベントでのアンプリファイドミュージックによる難聴のリスクに対処するためにWHOが策定したものです。

過度の音への暴露が聴力に与える影響

高いレベルの音に長時間繰り返しさらされると、内耳の繊細な働きが永久に損なわれます（図1参照）。耳の中で最も傷つきやすいのは、かすかな音を増幅して聞き分ける蝸牛の有毛細胞と、音の情報を脳に伝える聴覚神経線維のシナプス結合部です。(11)

図1

高いレベルの音に繰り返しさらされることにより、耳の感覚細胞がダメージを受ける



正常な感覚細胞（左）と損傷した感覚細胞（右）

内耳の損傷は様々な症状を引き起こし、そのままにしておくと人の生活の質を著しく低下させ、精神的な健康や幸福に長期的な影響を与える恐れがあります。また音への過度の暴露は難聴、耳鳴り、またはその両方を引き起こす可能性があります。過剰な音への暴露による難聴は、軽度から重度まであり(12)、以下のような事態を引き起こします。

- 特に騒音下での会話の理解困難
- 音の歪み、明瞭度の欠如など、聴力の低下
- ミックスの中の異なる楽器など、音の区別がつきにくい

どのような種類の音でも過剰な音量と時間をかけて聴くと永久的な難聴を引き起こす可能性があります。これは通常騒音性難聴と呼ばれますが、産業騒音にさらされた場合と同様に楽しい音楽を夢中で聴いても起こる可能性があります（そのため、一般的には「音による難聴」または「音楽による難聴」という表現が用いられます）。実際、多くの音楽家や音楽業界で働く人々が、大音量への過度の暴露によりキャリアを終えるほどの難聴に見舞われています(13)。

例えば、一時的な難聴や耳鳴りは数時間から数日で治まるなど、症状は短時間で現れることがあります。しかし短期的な症状が完全に治まったとしても、内耳の進行性かつ不可逆的な損傷はその後数ヶ月間続くことがあります（14）。また、過度の曝露をした耳は、曝露していない耳よりも早く老化することを示す証拠があります（15-17）。

医師や聴覚専門家が聴力の評価に用いる現在の標準的な検査である純音聴力検査は、大音量への過度の暴露が耳に与える傷害の一部に対して有効ですが、すべてに対応できるわけではありません（18、19）。時に大音量への過度な暴露による難聴は、通常の聴力検査では検出されず「隠れ難聴」となることがあります（20、21）。そのため実際にはより多くの人が隠れ難聴に悩まされていると思われます。若い年齢層では、レクリエーションの場で高い音圧レベルにさらされることが原因で起こることがあります(22)。

大音量にさらされることで起こる難聴は、そのほとんどが元に戻りません。このような難聴の方には補聴器や人工内耳が有効ですが、現在のところ根本的な治療法はありません。生活習慣による難聴は加齢による聴力の自然な低下に加え(16)、耳のケアによって聴力を維持することが重要です。

セーフリスニングによる難聴予防

「セーフリスニング」とは、聴覚に永久的な損傷を与えるリスクを軽減しながら、アンプリファイドミュージックを楽しむための一連の習慣と行動を指します。会場やイベントでセーフリスニングを実践することで、来場者が将来にわたって音楽を楽しむことができるようサポートします。

聴覚へのリスクは「音の大きさと累積暴露時間」の組み合わせで決まります（コラム2参照）。レクリエーションの場合は、次のような方法で聴覚をより安全なものにすることができます。

- i) 音量を下げる
- ii) 曝露の期間を短縮する
- iii) 曝露頻度を減らす（曝露の回数を減らす）

コラム2: 等エネルギーの原則

等エネルギーの原則 (23, 24) は「音が聴覚に与える影響の総和は、そのエネルギーの時間的分布に関係なく、耳で受けた音のエネルギーの総量に比例する」というものです。つまり同じ量の音のエネルギーがいつどのように暴露されたかにかかわらず、同じ程度の難聴を引き起こすことが予期されます。音の強さが3dB増すごとにエネルギー量は2倍になります。したがって80dBの音楽を1日8時間聴くのと、100dBの音楽を5分間聴くのとでは、同じ「音響量」を受ける可能性があるのです。

個人でできる簡単な対策としては、聴覚保護具（耳栓）の使用、耳を休めるための静かな空間を定期的に確保することなどがあります。本規格にあるセーフリスニングのための機能のいくつかは、来場者がこれらの選択肢をより利用しやすくすることを目的としています。

リスクをより広範囲に低減するためには、会場やイベントでの音圧レベルを管理し、場合によっては低減することが求められます。音圧レベルを効果的にコントロールするためにはあらゆるレベルの利害関係者の賛同が必要です。これには政府による根拠に基づいた政策や規制の策定と実施、会場運営者やイベント関係者による音響コントロール対策の採用、演奏者・技術者・音響技術者の協力と教育が含まれます。

エンターテインメント施設やイベントにおけるセーフリスニングのためのポリシーやレギュレーションの現状

多くの国が職場の従業員の聴力を保護するための法律を導入していますが、今日まで娯楽施設の来場者の聴力を保護するための規定を設けている国は比較的少ないのが現状です(25, 26)。また娯楽施設における来場者の聴覚を保護するための規定を設けている国はそれ程多くありません(25、26)。その中で2018年、世界中の18の管轄区域（国または国内の特定の地域を指す）が、娯楽施設での音の暴露による難聴を防ぐための規制、政策、または法律を持っていることが明らかになりました。

来場者の聴力を保護するための政策や規制の最も詳細で包括的な例は、ヨーロッパ諸国（オーストリア、ベルギー、チェコ、フランス、ドイツ、イタリア、オランダ、ノルウェー、スウェーデン、スイスなど）で見られますが、北米や南米の一部の地域ではより限定的な要件において適用されています。

- 音圧レベル上限
- リアルタイムの音圧レベル監視の必要性
- 耳栓の提供
- レストゾーン整備
- 情報・警告の提供

具体的な要件は国によって異なり、世界的な標準化が進んでいないのが現状です。このギャップに対処するためWHOはこの分野の関係者と協力し、エビデンスに基づく統一した勧告の世界標準を策定しました。

安全なコンサート会場とイベントのためのグローバルスタンダードの目的と範囲

本規格の目的は娯楽施設やイベントにおけるセーフリスニング機能の共通理解を提供することです。これらの機能は世界中の来場者が聴覚を保護しながらアンプリファイドミュージックを楽しむことができるように検討されており、同時に音楽体験の完全性を維持するものです。

本基準は数日間にわたる大規模な音楽フェスティバルから都心の小さなバーやクラブまで、アンプリファイドミュージックを楽しむことが参加の主な目的であるすべての娯楽施設やイベントに適用されます（対象となる会場の全範囲については補足資料1をご参照ください）。会場やイベントごとに異なる課題があり、独自の解決策が求められることがあります。同じ原則と本規格のセーフリスニングの機能は、すべてのタイプの会場やイベントに適用されることを意図しています。

本規格は、レクリエーション目的でのみ会場やイベントに参加する来場者の聴力を保護するために策定されています。スタッフや専門的な立場で参加する人は対象外であり、これらの人は職業上の騒音規制のもとで保護されるべきです。同様に本規格は近隣の土地への騒音問題を扱っていません。これらの問題は環境騒音規制や計画政策によって個別に扱われます。しかしながら会場やイベント内の音圧レベルを効果的にコントロールすることで、近隣からの騒音の苦情を部分的に改善することができます。

本規格で提案されているセーフリスニングのための機能は、音による聴覚傷害のリスクを許容レベルまで低減するように検討されていることに留意することが重要です。すべてのリスクを完全に排除するには、来場者と演奏者の両方にとって受け入れがたいほど低い音圧レベルの制限を課すだけでなく、ほとんど場合ライブ音楽として成立しません(27)。アンプリファイドミュージックを伴う会場やイベントに頻繁に参加する人、または聴覚に脆弱性を持つ人は、聴覚を保護するためにさらなる予防措置を講じる必要があります。

安全なコンサート会場とイベントのためのグローバルスタンダードの策定

「安全な音楽鑑賞のための会場とイベントのためのグローバルスタンダード」は、音楽家、会場運営者、イベント主催者、専門機関、消費者団体、国際標準化団体、政府機関、非政府組織など多様なステークホルダーが参加し、WHOが主導する共同プロセスによって策定されたものです。聴覚学、耳科学、公衆衛生学、疫学、音響学、音響工学の分野の専門家から意見を得ました。

本規格の中心的な要点は、娯楽施設やイベントの状況に適用される音圧レベルの制限に関するもので、ヨーロッパ地域のWHO環境騒音ガイドライン（23）（補足資料2参照）をベースにしています。残りの補足的な要点は専門家の意見と以下の内容に基づいています。

- i) 科学的文献から得られた既存の証拠のレビュー
- ii) 音楽業界のプロフェッショナルによるコンサルテーションと詳細なインタビュー
- iii) 英語、フランス語、中国語、ロシア語、スペイン語による、音楽会場やイベントに参加する人の意識調査
- iv) 公開説明会、コンサルテーション、パートナーからの寄稿募集（ケーススタディや事例を含む）。

安全なコンサート会場とイベントのためのグローバルスタンダードの実施

この基準は各国政府が地域の状況、文化、法的アプローチを考慮し、地域の利害関係者の視点を反映しながら、セーフリスニングに関する独自のガイドライン、規制、資金調達モデルを確立するための基礎として使用できる枠組みとして機能します。また、会場運営者、イベント主催者、音楽制作者は、最善の方法に従い、来場者の聴覚を保護したいと考え、自主的にセーフリスニングの各要点を採用し、適用することが可能です。規制機関、会場所有者、音楽制作者、市民社会を含むすべての関係者は、人々の難聴のリスクを減らすことを目的としたこの取り組みのパートナーであるべきです。実施に関するさらなる洞察は「安全な音楽鑑賞のための会場とイベントのためのWHOグローバルスタンダードの導入と実施」の項で述べられていますのでご参照ください。

セーフリスニングの要点で使用する用語の定義

想定保護値：

個人用聴覚保護具の特定のメーカーとモデルによって、少なくとも84%の個人が特定のオクターブ帯域で実現できると予想される減衰量（デシベル）。

来場者（オーディエンス）：

一人または複数の来場者の集合。

オーディエンスエリア：

会場内またはイベント会場において、来場者がいることが合理的に予想されるすべての場所。

観衆（オーディエンスメンバー）：

レクリエーション目的で会場やイベントに参加する人。

A特性（Aウエイト）：

中周波を強調し、低～中程度の音圧レベルの音に対する人間の聴覚の感度を模倣した周波数重み付け特性。

バックライン：

ステージ上のバンドの背後に設置されるアンプとスピーカーのエンクロージャー。通常、エレキギター、ベースギター、キーボードを増幅するためにミュージシャン自身の機材が使用される。

ベースシェーカー：

低周波の体感振動でキック/バスドラムをモニターするために、通常ドラマーのスローンに装着される触覚トランスデューサ。サブウーファーモニタースピーカー／ドラムフィルを補強、代用する。

音響校正器：

既知の周波数と音圧レベル（通常、94dB SPLまたは114dB SPLの1000Hzトーン）の音を発生する小型装置。音響校正器は、サウンドレベルメータのマイクロホン上に設置し、音圧レベルが正確に測定されていることを確認し、必要に応じて感度を調整することができる。

コアオーディエンスエリア：

会場やイベントにおいて、通常音楽を積極的に聴く来場者が占有する主要なエリア（ステージ前やメインダンスフロアなど）。コアオーディエンスエリアは、来場者が通常占有するエリアの前列から後列まで（二階席のある会場では、前列から二階席の前端まで）広がっている。

補正：

長期測定位置で測定した音圧レベルに、基準測定位置での音圧レベルを推定するために加算する値（周波数帯別の補正が行われる場合）。

C特性（Cウエイト）：

音声帯域の大部分（20Hz～20kHz）にわたって周波数に比較的均等に重みをつける周波数重み付け特性で、高い音圧レベルの音に対する人間の聴覚の感度の近似として作られた。

デシベル（dB）：

音の強さを対数目盛りの基準値と比較して測定するための相対的な単位で、多くの異なる種類の音響測定がデシベルで表現される。

ディレイフィル：

メインスピーカーでカバーできない場合に、客席後方に音を届けるための1台または複数のセカンダリースピーカー。ディレイフィルスピーカーへの信号はアナログ的（電子的）またはデジタル的に遅延され、メインスピーカーからの音と同期して、または少し遅れて音が届くようにする。

ドラムフィル：

ドラムキットのアコースティックサウンド（通常は非常に高い音圧レベル）上で他のミュージシャンの音を聞くために使用されるサイドフィルモニタースピーカー。

有効音圧レベルの制限値：

長期測定位置と基準測定位置との間の音量の差を考慮した補正された音圧レベルの制限値。

等エネルギーの原則：

音が聴覚に与える影響の総和は、そのエネルギーの時間的分布に関係なく、耳で受けた音のエネルギーの総量に比例するという仮定。

イベント：

アンプリファイドミュージックを楽しむことが主な目的である会場などに来場者が参加する機会。

フロアモニター：

モニタースピーカーの一種で、背面に角度をつけステージの床に置くと音がパフォーマーの耳に向かって上向きに投射される。「モニターウェッジ」とも呼ばれる。

フロントフィル：

通常ステージの前端に設置され、来場者の最前列に音を届けるために使用される1つ以上のセカンダリースピーカー。

フロント・オブ・ハウス（FOH）：

会場やイベントなどで、ハウスエンジニアが演奏をミキシングする場所。

隠れ難聴（HHL）：

内耳の神経変性で、通常の聴覚閾値検査では明らかにならないが、騒音下での会話の理解、耳鳴り、聴覚過敏などの障害を引き起こす可能性がある。

聴覚過敏：

音に対する感度が高まり、日常の音が大きく感じられるようになり、時には痛みや不快感を感じることがある。

インイヤーマニター（IEM）：

モニタースピーカーを使用する代わりに、各演奏者が個人の耳に合わせて調整したモニターミックスをインサートイヤホンで聴く方法。

リミッター：

ある閾値以上のピークを減衰させることにより、信号の振幅が所定の値を超えることを防ぐ電子機器。サウンドシステムが危険な高いピーク音を発生することを防ぐための安全装置として使用される。

ラインアレイ：

複数のスピーカーエレメントを縦に並べて設置したスピーカーシステム。通常、中・大規模の会場やイベントのメインスピーカーとして使用し、来場者席全体に音を均一に届けるのに役立つ。

長期的な測定位置：

会場やイベントにおいて、音圧レベルを継続的に監視する際に測定用マイクロホン（サウンドレベルメータの構成要素）を設置する位置のこと。

スピーカー：

電気信号を音響（音）エネルギーに変換する役割を担うサウンドシステムのコンポーネント。

メインスピーカー：

来場者の大部分に広帯域の音を届ける役割を担うスピーカー。

モニターエンジニア：

ステージ上で演奏者が声をクリアに聴くため、モニターシステムの操作を中心に行うサウンドエンジニア。

モニタースピーカー：

ステージ上に設置されたスピーカーで演奏者の声を聴くことができる。

モニターウェッジ：

フロアモニターの代名詞。

騒音性難聴：

大音量にさらされることで発生する難聴。このような暴露はレクリエーション環境または職業環境において行われることがある。この用語には音楽による難聴と一般的な音による難聴が含まれる。

アウトフィル：

1台以上のセカンダリースピーカーで、メインスピーカーではカバーしきれない客席の外周部に音を届けるために使用される。

パトロン：

来場者と同義。

ピーク音圧レベル：

時間的な重み付けや平均化を行わないピーク瞬時C特性音圧レベル（LCpeak）；音楽の急激な過渡期に発生する最も高い音圧レベルの指標となる。

個人用聴覚保護具：

個人的な音の暴露を減らすために、個人が装着する耳栓などの装置。

ポイントソーススピーカー：

ほぼ球状のパターンで音を放射する1つのスピーカーユニット（通常、周波数スペクトルの異なる部分を処理する複数のドライバを含む）。小規模な会場やイベントでよく使われる典型的な拡声器。

パブリックアドレス(PA)システム：

サウンドシステムの代名詞。

クワイエットゾーン：

会場やイベント会場において意図的に音量を抑えた場所、すなわち来場者が耳を休めることができる場所。

基準となる測定位置：

会場やイベントにおいて、騒音規制への適合性を評価するために事前に決められた位置。

責任者（Responsible party）：

会場やイベントにおいて、セーフリスニングの主要点が適切に実施され、音圧レベルの上限を超えないことを保証する最終的な責任を有する個人または組織。

実施責任者（Responsible actor）：

会場やイベントでの音圧レベルを調整する権限と手段を持つ人。

リバーブ：

音が部屋の表面で何度も跳ね返ることで起こる多数の反射により、音が発生源で途絶えた後、最大で数秒間音が持続すること。

残響時間（RT60）：

音のエネルギーが一定量（60dB）減衰するまでの時間を表す部屋の特徴。RT60はより小さな範囲での減衰を計測し、その時間に適切な係数を乗じることで計測することもある（例えば30dB減衰するまでの時間を計測し、係数2を乗じるとT30と呼ばれる計測値が得られる）。

定在波：

音源によって励起された室内に存在するいくつかの低周波共振の一つ（ルームモード）。部屋の表面間を往復する波面の干渉により発生し、小規模な会場では低音のレスポンスが不均一になることがある。

セーフリスニングイベント：

本規格に記載された主要点を実行することで、セーフリスニングの実践を採用、促進するイベントを指す。

セーフリスニングポリシー：

会場やイベントでの安全な試聴環境を確保するために取るべき措置を定めた、責任者またはその代理人が作成した方針書。

セーフリスニングベニュー：

本規格に記載された主要点を実践することによって、セーフリスニングの方法を採用、推進している会場。

サイドフィル：

ステージ脇に直立して設置されるモニタースピーカーの一種で、フロアモニターの届く範囲にいないパフォーマーに音を届けるために使用される。

吸音材：

吸音を行う物体、材料、または表面仕上げのこと。

吸音性：

音が物体や表面に衝突すると、空気中から音のエネルギーが取り除かれ、部分的に熱の増加によって放散される。

サウンドディフューザー：

音を拡散させる物体、材料、表面仕上げのこと。

サウンドディフュージョン（音の拡散）：

音が凸面や凹凸のある表面で反射することにより、音のエネルギーが多方向に広がること。

音響暴露線量（サウンドドーズ）：

音の累積暴露量の指標で、基準暴露量に対するパーセンテージで表されることが多い。

ハウスエンジニア：

サウンドシステムから送られる音を操作し、来場者がバランスよく楽しめるようなミックスを実現する責任者。

音響暴露：

来場者が会場やイベントを1回または複数回訪れる間に受ける音のエネルギーの累積。

音圧レベル：

平均化時間間隔15分で測定されたA特性等価連続（時間平均）音圧レベル（LAeq, 15 min）。

音量（Sound Levels）：

特定の周波数重み付けや時間積分窓を意味することなく、一般的な音圧レベルを表すために使用される用語。

音圧レベル制限：

基準測定位置で超過してはならない音圧レベルをいう。

サウンドレベルメータ：

会場やイベントに設置され、音圧レベルを監視する目的で測定用マイクロホン、測定器、視覚ディスプレイを組み合わせたもの。騒音計。

音質：

来場者が聴いた音の品質（明瞭度、透明度、自然さ、インパクト、パンチ力、充実感、忠実度、ダイナミクスなど）についての総合的な主観的印象。

サウンドシステム：

会場やイベントでアンプリファイドミュージックを再生または補強するための電子機器一式で、通常、マイク、ミキシングデスク、シグナルプロセッサー、アンプ、スピーカーで構成される。

サブウーファー：

約100Hz以下の低周波（ベース）音のみを再生することに特化したスピーカ。

テスト信号：

長期測定位置と基準測定位置との間に必要な補正を決定するために、サウンドシステムを通じて再生される再現性のあるデジタル信号またはアナログ（電子）信号のこと。

耳鳴り：

大音量にさらされた後、頭や耳の中で外部要因のない音を感じる。しばしば「耳が鳴っている」ように認識される。

会場（ベニュー）：

アンプリファイドミュージックを楽しむことが中心的な目的である来場者が定期的に参加する屋内または屋外の場所。

要点1. 音圧レベル制限

100dB LAeq, 15 min

要点1は、会場やイベントでの音圧レベルの上限を規定したものです。

音量を制限値以下に抑えることで音楽をより安全に、より楽しく鑑賞していただくことができます。

音圧レベルの制限は、各会場やイベント内で定義された基準測定位置で適用されます。

この制限値は上限値であり、望ましい目標値ではありません。制限値を大幅に下回る音圧レベルであれば、多くの会場やイベントに適しています。

子供を対象としたイベントには、より制限値を抑制することが必要である。

会場やイベントごとに、誰が音圧レベルを制限値以下に保つ責任を負うかを明確にすることが重要です。

地域に根ざした会場では、制限を遵守するために大きなサポートが必要になる可能性があります。

F1.1 要旨

F1.1.1 会場やイベントにおける来場者の聴覚を保護するための重要な側面は、音圧レベルの管理を維持することです。要点1では聴覚を保護する必要性と来場者の期待や音楽表現の自由とのバランスを図るため、音圧レベルの上限を規定しています。

F1.1.2 推奨される音圧レベルの限界は基準測定位置で評価された100dB LAeq, 15 minです（補足資料5 参照）。

F1.1.3 音量限界はデシベルで表される等価連続音圧レベル（時間平均音レベルとしても知られている）Leq として規定されています（注4）。

（注4） 国際音響委員会, 2013. iec 61672-1:2013. 参照：<https://webstore.iec.ch/publication/5708>。

このタイプの測定は音圧レベルが時間とともに変動するようなレクリエーション施設での使用に適しています。等価連続音圧レベルとは、一定期間において変動する音圧レベルと同じ総エネルギーを持つ一定の音圧レベルを指します。

F1.1.4 音圧レベルの制限はA特性加重等価連続音圧レベルLAeqとして規定されます。A特性（Aウェイト）は音による聴覚傷害のリスクを評価する際に一般的に使用される周波数重み付けです。

これは異なる周波数の音に対する人間の聴覚の感度に近似しており、その使用の根拠は補足資料3にまとめられています。

F1.1.5 平均化時間間隔が 15 分の騒音規制値、LAeq, 15min が規定されています。

ある瞬間に報告される音圧レベルはそれ以前の15分間に起こったことの影響を受けています。これは移動平均測定法であり、音圧レベルは15分単位で測定されるのではなく連続的に更新されることを意味しています。

平均化時間間隔を15分とすることは、実務に携わるハウスエンジニアの感覚と一致し、より短い（1分など）または長い（60分など）間隔に対する利点があります（29、30）。この15分という間隔は音楽の演奏の自然なダイナミクス（強度の高低）を維持するのに十分な長さである一方、ハウスエンジニアが効果的に音圧レベルをコントロールするために必要な情報をタイムリーに提供するには十分な短さです（補足資料2参照）。

F1.1.6 100dB LAeq, 15minという音圧レベルの制限は、来場者が不必要に危険な音圧レベルにさらされることを減らし、それに伴い娯楽用の音による難聴の世界的な発生率を減らすことを意図しています。これはWHOの欧州地域騒音ガイドライン（23）で推奨されている証拠に基づく制限値から導き出されたものです（さらなる情報は補足資料2を参照）。

100dB LAeq, 15minの音圧レベル制限は、特に音楽会場やイベントに頻繁に参加する来場者が音による聴覚障害を受けるリスクをすべて排除するものではなく、また排除できないことに注意することが重要です。

F1.2 適用範囲

F1.2.1 音圧レベルの制限は各会場、またはイベントにおいて事前に特定された位置を指す基準測定位置で適用されます（補足資料5参照）。

F1.2.2 音圧レベルの制限は会場やイベントに来場者がいる時には常に適用されます。つまり、来場者がいる間は移動平均で測定された15分間の時間平均音圧レベルが100dB LAeq, 15minを超えてはならないのです。

F1.3 ピーク音圧レベル

F1.3.1 100dB LAeq, 15minという音圧レベルの制限は、125dB、あるいはそれ以上に達するロックコンサートの音圧レベルに関するメディアの報道と比較すると低く見えるかもしれませんが、しかしサウンドエンジニアは多くの異なる種類の測定法を用いていることを認識することが重要です。これらはすべてデシベル（dB）で表現されますが、同等ではなく、直接比較することはできません。100dB LAeq, 15 minの制限に適合するように混合されたコンサートでも、日常的に100dBを超える瞬間的な音圧（LAFmaxまたはLCpeakとして定量化）を含むことがあります（さらなる説明は補足資料3を参照）。

F1.3.2 花火や大砲、強力な音響システムで発生するような十分な強度を持つ瞬間的な音は、耳に即時かつ持続的な機械的損傷を与えることがあります。これは、高い平均音圧レベルに持続的かつ繰り返しさられることによって徐々に進行する音による難聴とは異なります。強烈なピーク音が急性聴覚障害を引き起こすことは明らかですが、安全なレベルについての基準はありません(23)。これに関し研究が進められていますが、現時点において証拠に基づく既存のガイドラインを適用することもできます。

140dB LCpeak (peak instantaneous sound pressure level with C-weighting) limit など根拠のある既存のガイドラインを適用して急性聴覚障害を防ぐことができます(31)。

F1.3.3 サウンドシステムが原理的に140dBLCpeakを超えるピークレベルを発生させることができる場合、そのようなレベルが来場者が通常いる場所で発生しないよう、出力は即効性のある電子リミッターによってコントロールされなければなりません。リミッターの目的は音圧レベルが高くなりすぎた場合に音楽を停止したり、消音することではありません。その目的はサウンドシステムが再生するレベルに上限を設けることで、突然の極端なピークから保護することです（補足資料3参照）。

F1.4 役割と責任

F1.4.1 会場やイベントにおける音圧の効果的な管理には音楽家やサウンドエンジニア、会場運営者やイベント主催者に至るまで、複数の関係者間の共通の意志と協力が必要です。ただし各会場やイベントにおいてはセーフリスニング機能を適切に実施するための最終的な責任を負う責任者を特定することが重要です。責任者は通常会場の所有者やイベントの主催者などそのイベントに法的な責任を持つ個人または組織となります。

F1.4.2 責任者は、個人の役割と責任の明確化、及び従うべき助言又は標準作業手順を含むセーフリスニングのための条件を確保するために取るべき措置を定めたセーフリスニングポリシーを書面にて作成するものとします。

F1.4.3 第三者、例えば演奏者、サウンドエンジニア、タレントブッカーが安全な聴取環境の実現に役割を果たすことが要求される場合、これらの要件は正式な契約関係で成文化されるべきです。

F1.4.4 各会場やイベントにおいて責任者は定期的に音圧レベルを監視し（要点2：音圧レベルの監視参照）、音圧レベルを限界値以下に保つために必要な調整を行う実施責任者を任命することを義務付けるべきです。

F1.4.5 実施責任者の役割は、騒音測定データを受け取って解析し、騒音限界値を超えないことを確実にするために適切な調整を行う能力を有する自動化システムによって実現されるかもしれません。

このようなシステムの動作は突然の極端なピークから保護するための電子リミッターとは異なり、一般的にサウンドシステムの出力レベルを徐々に（理想的には知覚的に）調整することだけが必要とされるでしょう。

F1.5 検討事項

F1.5.1 会場により、特に小規模なライブハウスでは音圧レベルの制限を遵守することが非常に難しい問題となる場合があります（コラム3参照）。合理的に実行可能なすべての対策がとられている場合でも音量制限を超えることがあります。これは責任者の管理範疇外の問題です。政府および地方自治体は本規格に基づく法律や実施手順を策定する際、このような制約を考慮することが強く推奨されます。

F1.5.2 コンサートやクラブナイトでは時間の経過とともに音圧レベルが次第に増加し、時には10~15dB LAeq も上昇することがよくあります（32, 33）。

このような音圧上昇は必ずしも意図的なものではなく、ハウスエンジニア（出力レベル設定担当者）の耳の疲労増加により、徐々に音圧を大きくしていった結果そうなる場合もあります。

イベントがクライマックスに向かうにつれて音圧レベルを徐々に上昇させたい場合、後に上昇する余地を残すためにイベントの初期には音圧レベルを十分に低くすることが望ましいと言えます。会場の運営者やイベントの主催者がヘッドラインアクトが100dB LAeq, 15 minの音圧レベルの制限を守りながら "より大きな音" で演奏できるように、サポートアクト（および/またはそのハウスエンジニア）に対して低い制限値を維持する契約上の義務を課すことが必要な場合もあります。

F1.5.3 特に子供を対象とした会場やイベントでは音圧レベルの制限値を引き下げるべきです。子供の聴覚系はまだ発達途上であり成人の聴覚系よりも音による傷害を受けやすい可能性があります。子供は音への暴露において自由で、かつ情報に基づいた判断をすることができないと考えられます(34)。

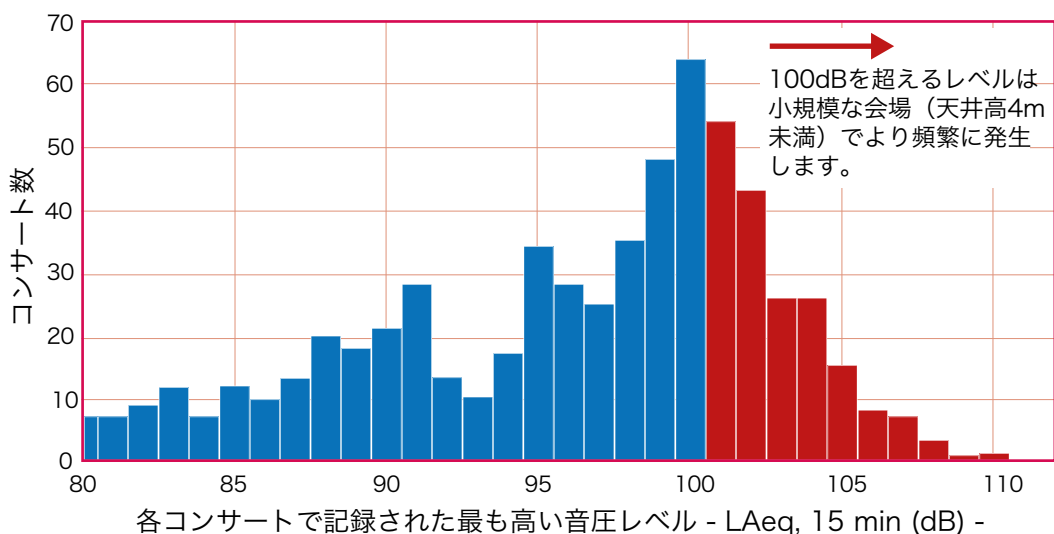
子供を対象とした会場やイベントに対して制限値をどれだけ低くすべきかという明確な根拠は特にありません。しかし、国際的な先例(25, 26)に基づき、子供の来場者が大半を占めると予想されるイベントでは音圧レベルの制限値を少なくとも94dB LAeq, 15minまで下げる必要があります。幼児を対象とするイベントでは90dB LAeq, 15 minを推奨しています。特に子供を対象とした会場やイベントでのピーク音圧レベルは120dB LCpeak (31) を超えないように制限する必要があります（補足資料3参照）。

コラム3:

小規模なライブハウスにおける音量のコントロールへの取り組み

バーやクラブなど、録音された音楽を流すだけの会場ではサウンドシステムを適切な出力レベルに設定するだけで音圧レベルをコントロールすることができます。しかしライブハウスでは状況はより複雑になります。特に屋内の小さな会場ではドラムセット、エレキギターアンプ、モニタースピーカーなどからのステージ上の大音量の音源が、メインスピーカーからの音とは別に音圧レベルの制限値を超えてしまうことがあります。そして事前に十分な対策を講じない限り、ハウスエンジニアは演奏中の音圧レベルを下げるすることができない場合があります。

ノルウェーの50会場で行われた600以上のコンサートの音圧レベルを長期的にモニタリングした結果、全コンサートの約3分の1でFOHミキシングデスクでの音圧レベルが100dB LAeq, 15minを超えていることが明らかになりました(35)。100dB LAeq, 15 minを超えるレベルは、大きな会場よりも小さな会場（天井高4m未満/来場者収容人数350人未満）でより頻繁に発生しました。これは大きな会場では職業的なハウスエンジニアが自発的に100 dB LAeq, 15分以下でショーをミキシングすることが多いのに対し（36）、中小規模のライブハウスではサウンドレベルが頻繁に100 dB LAeq, 15 minを超えるという諸外国の報告とも一致しています（37）。



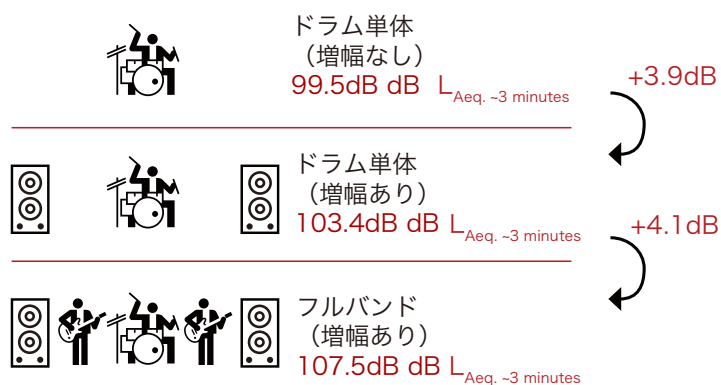
Morten Andreas Edvardsen氏の論文から画像を引用。ノルウェー科学技術大学の論文「ノルウェーの会場におけるアンプリファイドミュージックの分析測定」より。

コラム3:

小規模なライブハウスにおける音量のコントロールへの取り組み（続き）

フランドル地方政府の調査によると、小規模なライブハウスではステージ上で最も大きな音を出す音源（多くの場合アコースティックドラムキット）のレベルによって全体の音圧レベルが決定されることが確認されています。

一般的な小さな会場で行われたケーススタディでは、ドラマーが曲に合わせてドラムパートをソロで演奏した場合、会場中央の音圧レベルは99.5dB LAeq, 3 minとなりました。ロックミュージックに適した力強いドラムサウンドを得るためにドラムのマイク収録音の増幅を最小限にすると、音圧レベルは103.4dB LAeq, 3 minまで増加しました。そこに残りのバンド（ギター、ベース、ボーカル）を加えると、さらに107.5dB LAeq, 3 minまで上昇しました。



画像提供：Marcel Kok,dBControl.

アコースティックドラムキットの音量を演奏中に変更することはできませんし、メインサウンドの出力を下げるとボーカルや他の楽器がドラムの音に埋もれて聴こえなくなってしまうです。

小規模なライブハウス（※）で必要とされる対策方法については、スウェーデンのライブハウスで行われた事例からヒントを得ました（38）。

※コラム3ではセーフリスニングのための会場音響やサウンドシステムの最適化についてさらに詳しくご紹介します。

コラム3:

小規模なライブハウスにおける音量のコントロールへの取り組み（続き）

以下の取り組みにより、コンサート中の平均音量を9dB下げる（政府推奨の騒音規制値100dB LAeqに合わせるために必要）ことが実現されました。

- 新しい吊り天井システムの設置
- 吸音壁パネルの設置
- 新しいサウンドシステムの導入
- ステージの再構築
- バーをメインパフォーマンス・スペースの外に移設
- 会場内の技術者にセーフリスニングに関する総合的なトレーニングを実施

上記の対策がすべての会場に必要なわけではありませんが、小規模な屋内ライブハウスで音圧レベルを100dB LAeq, 15 min未満に抑えるために必要な対策はコストがかかり、かなりの専門知識を必要とする場合があることは明らかです。町や都市において経済的・文化的に重要な役割を担っているにもかかわらず、ほとんどの地元ライブハウスは、赤字とまではいかないまでも非常に厳しいマージンで運営されており、多くの場合必要な改善策を自己資金でまかなうことができません(39)。

それゆえ政府および地方自治体には、会場が来場者にとってより安全な聴取環境を提供できるよう支援する方法を見つけることが推奨されます（ノルウェーの会場が音響とサウンドシステムの改善を行うための公的資金援助制度の詳細については、「セーフリスニングのための会場とイベントに関するWHO世界基準の採択と実施」の項をご覧ください。）

要点2 音圧レベルの監視

音圧レベルは、100dB LAeq, 15 minの制限を確実に守るために、積極的にモニターする必要があります

要点2では、会場やイベントにおける音圧の監視のあり方について解説します。

測定機器の精度や校正、記録の保存に関し求められる事項を説明しています。

基準測定位置で直接音圧レベルを測定できない場合のために、補正を適用する手順が示されています。

F2.1 要旨

F2.1.1 会場やイベントにおける音圧レベルの効果的な管理には、音圧レベルを正確に測定し、その結果を担当者がリアルタイムで確認できるようにする、そして音圧レベルを限界値（40）以下に保つために必要な変更を実行できるようにすることが必要です。

F2.1.2 サウンドレベルメータは、各パフォーマンスまたはイベントの期間中、音圧レベルを監視するため積極的に使用されるべきです。会場内のバーやクラブにおいて、サウンドシステムを通じて録音された音楽が再生される場合など音圧レベルが適度に静的であると想定できる場合は、サウンドシステムの出力レベルに調整が加えられたときのみ音圧レベルを確認すれば十分であると言えます。一方ライブパフォーマンスでは音圧レベルがより速く、予測不可に変化するため、通常音圧レベルをより詳細に監視することが必要になります。

F2.1.3 使用する測定機器の機能が対応している場合には、会場やイベントが来場者に開かれていた期間を通じて測定された音響レベルの改ざん防止、日付と時間のスタンプ付きデジタルログが維持されなければなりません。

可能であれば、これらのログにはオクターブバンドまたは1/3オクターブバンドの分解能で測定した音圧レベルの周波数スペクトル、イベントの種類、主な音楽ジャンル、およその来場者数、その他の関連情報（例えば、ツアーアーティストが会場常設のサウンドシステムの代わりに独自のサウンドシステムを使用した場合）など、将来の研究に役立つ情報を追加する必要があります。

F2.1.4 設置されたサウンドシステムが基準測定位置において制限値を超える音圧レベル（LAeq, 15min）を生成する能力がないか、電子的手段によって制限されていることが証明できる場合、音圧レベルを積極的に監視する要件は免除される場合があります。

サウンドシステムの出力が電子的手段によって制限されている場合、利用者はイベントの前または最中にこの機能を変更したり上書きしたりすることはできないものとします。

このような場合、適切な資格を持つ人が定期的にサウンドシステムをチェックし、設計仕様の範囲内で動作していること、音響制限機能が有効であることを確認する必要があります。

注：基準測定位置における100dB LAeq, 15 minの音圧レベル制限への準拠を保証するためのオプションの制限は、ピーク音圧レベルをコントロールするために必要な制限とは別の補足的なものです（補足資料3参照）。

F2.2 測定装置と手順

F2.2.1 サウンドレベルメータは、LAeq, 15minをデシベル単位で測定・数値表示できる積算平均型サウンドレベルメータとして機能する必要があります(41)。音圧レベルは移動平均で測定され、LAeq, 15min の現在値を表示するために定期的（例：1秒に1回） にディスプレイが更新されるものとします。

F2.2.2 数値表示は、例えば、現在の音圧と限界音圧値との比較を示す交通信号式の表示やグラフ式メーターなど、他の視覚的な騒音指標によって補完されることがあります。必要以上に高い音圧レベルが設定されることを防ぐため、音圧レベル制限値がさも目標とすべき「好ましい」音圧レベルとして思わせるようなバイアスを責任者に与えないような表示のデザインにすべく慎重に考慮されなければなりません

F2.2.3 測定された音圧レベルは責任者が音圧レベルを調整できる位置（例えば、FOHミキシングデスクやサウンドシステムの出力レベルが設定されている場所）から、明確に見えるようにしなければなりません。

F2.2.4 測定された音圧レベルは一般に来場者に表示すべきではありません。この理由は、例えばいくつかのスポーツイベントで見られますが、来場者ができるだけ高い音圧レベルを記録しようとする現象を避けるためです。

F2.2.5 サウンドレベルメータの精度は国際規格 IEC 61672-1:2013 (41)で定義されているように、その "クラス "で示されています。クラス1のサウンドレベルメータは、一般にクラス2のサウンドレベルメータよりも高価ですがより正確です。

サウンドレベルメータは、IEC 61672-3:2013 (42)に規定される定期試験に基づいて評価される63Hzから8kHzまでの周波数におけるクラス2装置の主要性能要件を最低限満たしている必要があります。

クラス2に完全準拠するための音響および電氣的要件を満たさないまでも、クラス2サウンドレベルメータの主な性能要件を有することが肝要であると考えれば、より幅広い測定ハードウェアの使用が可能になり、特に低所得国ではより調達しやすくなるものもあります（コラム4を参照）。

コラム4

サウンドレベルメータのさまざまな形態

サウンドレベルメータにはさまざまな形態があります。以下は一般的な形態の例です。

マイクロホン内蔵型サウンドレベルメーター



これは、IEC規格のクラス1およびクラス2に準拠したサウンドレベルメータの一般的な形態です(40)。

手持ちでも三脚に取り付けても使用可能です。

測定用マイクロホンを本体とは別の場所に設置する必要がある場合、多くの機器では専用の延長ケーブルを利用することが可能です。

画像提供：Marcel Kok,dBControl.

コラム4

サウンドレベルメータのさまざまな形態（続き）



コンピュータベースシステム

これらのシステムはノートパソコンやタブレット端末上で動作するソフトウェアアプリケーションと、多くの場合USBで接続された校正済みの外部測定用マイクロホン*を組み合わせて使用します。

メーカーによっては必要なソフトウェアとハードウェアをパッケージ化したライブサウンドレベルモニターのプラグアンドプレイソリューションを提供しています。

画像提供：Marcel Kok,dBControl.

このような統合ソリューションの利点は、通常ソフトウェアにはサウンドエンジニアが所定の音圧レベル制限に容易に準拠できるように設計された専用の機能が含まれており、測定結果をクラウドベースサービスに自動的にログ記録することが可能なことです。システムによっては、クラス1

またはクラス2のサウンドレベルメータの要件に準拠していることを確認するための試験を受けている場合があります(41)。

外部測定用マイクを搭載したスマートフォンアプリ

スマートフォンは主に通信機器として設計されており精密な測定器ではありません。また内蔵マイクは音の大きさを正確に測定するのには適していません。

しかし、しっかりと開発され検証されたアプリ†を高品質の外部測定用マイクロフォンと組み合わせて使用する場合、一部のスマートフォンはクラス2サウンドレベルメータの主要な性能要件を満たすシステムの基盤となる可能性があります(43)。

スマートフォンのハードウェア、OS、アプリは進化が速く、IEC規格の要件に準拠していることを確実にするためにも、正式にテストされたハードウェアとアプリの組み合わせのみを使用することを強くお勧めします。



画像提供：NIOSH

* 「クラス2準拠」のマイクロホンを購入しても、サウンドレベルメータが自動的にクラス2の性能要件を満たすとは限らないことに注意してください。要件はすべてのハードウェア、ソフトウェア、および相互接続部品を含むシステム全体に適用されます。

† 米国労働安全衛生研究所（NIOSH）のサウンドレベルメータ（SLM）アプリは検証済みで無料です（<https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/app.html> で入手できます）。

F2.2.6 測定用マイクロホンは、自由音場型または拡散音場型（ランダム入射）のいずれかの無指向性極性パターン（全方向からの音を均一に捉えることを意味する）を有することが望まれます。

自由音場型マイクロホンを使用する場合は、主要な音源（通常はメインスピーカやステージ）の方向に向ける必要があります。

拡散音場型マイクロホンを使用する場合は、音源に直接向けないで天井方向か床方向（天井から吊るす場合）に向けて設置します。

F2.2.7 屋外における測定時の風切り音の影響を軽減するため、また屋内における塵埃や衝撃から保護するために、測定用マイクロホンの周囲にウインドスクリーンを使用することが推奨されます。

注意：サウンドレベルメーターによっては、ウインドスクリーンが使用する場合セットアップメニューで設定を変更する必要があります。

F2.2.8 定期的な校正は騒音測定の精度を確保するために重要です（校正の重要性に関する更なる情報は、補足資料4を参照）。

サウンドレベルメータ（延長ケーブル、アダプタ、表示装置を含む）の校正は、使用する測定システムのクラスに応じ、クラス1またはクラス2の音場校正器（44）を用いて定期的に確認します。

F2.3 測定位置と補正の使用について

F2.3.1 測定用マイクロホンは（実用的な範囲で）位置決めをします。

- i) 音圧レベル制限が適用される基準測定位置又はその近傍（補足資料5を参照）
- ii) 来場者の頭の高さに匹敵する高さであること
- iii) 来場者の手の届かないところにあること
- iv) 大きな反射面（壁、天井、大きな家具や機器など）から少なくとも1メートル離れていること
- v) メインスピーカへの見通しがきくこと

F2.3.2 上記のようにマイクロホンを設置できない場合（そのような場所がない、またはイベント進行中にマイクロホンを設置するための安全で確実な場所がない）、代わりにマイクロホンをより便利な長期測定位置に設置することが望ましいと言えます。例えば、メインスピーカの直前、客席の天井から吊るす、FOHのミキシングデスクなどです。

F2.3.3 長期測定位置が基準測定位置と異なる場合、測定値が基準測定位置での音圧を反映するように補正が必要となるでしょう。このような補正はある条件（45）が満たされる場合には必要とされないことがあります（補足資料5及び補足資料6を参照）。

F2.3.4 補正を適用する場合、測定値が基準測定位置の音圧レベルを反映するように自動的に適用されることが望まれます。これが不可能な場合、代替案として補正に等しい量だけ音圧レベルを制限することができます（補足資料5及び補足資料6を参照）。

会場のレイアウト変更、サウンドシステムのアップグレードや変更、サウンドレベルメータの変更（長期測定位置の変更を含む）などがあった場合は、補正の再測定を行う必要があります。

要点3 会場音響とサウンドシステムの設計

会場の音響とサウンドシステムは、合理的に実行可能な限りセーフリスニングのために最適化されるべきです

要点3は、会場の音響とサウンドシステムの設計がセーフリスニングのサポートを保証することです。

セーフリスニングのために音響とサウンドシステムを最適化することは、音質を改善し、来場者と演奏者のリスニング体験を向上させます。

会場の音響やサウンドシステムに関するハイレベルな設計目標について、これらの目標を実現するための一般的なヒントやアドバイスとともに解説します。

スピーカーの直前では音圧が急激に上昇するため、可能な限り来場者がスピーカーに近づかないようにする必要があります。

小規模なライブハウスでセーフリスニング環境を実現するためには、ステージ上の音圧レベルを効果的に管理することが重要です。

F3.1 要旨

F3.1.1 適切な会場の音響条件と適切なサウンドシステムの設計は、すべての来場者に安全で高品質なリスニング体験を提供するために重要です。特に音楽ライブを主催する小規模な屋内会場では、これらの要素が音圧レベルの制限を遵守できるかどうかを決定します（詳細についてはコラム3を参照）。

F3.1.2 良い音質とセーフリスニングは両立するため、セーフリスニングをサポートするために会場の音響条件とサウンドシステムを最適化することで、音質の向上と来場者の満足度向上を促進することが期待されます。

F3.1.3 会場の所有者／運営者は、安全な聴取のために音響とサウンドシステムを最適化するための合理的に実行可能なあらゆる手段を講じるよう支援され、奨励されるべきです。いくつかの対策は比較的簡単で安価に実施できますが、多くの会場は必要な改善を行うための大きな財政的障害に直面し、また建築、構造、アクセシビリティ、安全、計画、および契約上の問題に関連する可能性のある制約に直面します。

コラム8はノルウェーのケーススタディで、会場が改善を行うための公的資金による支援制度が存在します。

F3.1.4 安全で楽しいリスニング体験が生まれます（46）。

- i) 会場の音響条件がアンプリファイドミュージックに適している場合
- ii) サウンドシステムがよく設計され良質である場合
- iii) ライブイベントの場合、出演者とサウンドエンジニアが協力してステージ上の音量を管理し、来場者に高音質な音を届ける場合

この3つの側面について、以降で考察していきます。

F3.2 会場の音響条件

F3.2.1 屋内会場の音響条件が悪い、あるいは適切でない場合、主に2つの方法で音圧レベルに影響を与えることがあります。

- i) 会場が過度に反響している場合（床、壁、天井からの反射音が大きすぎる）、すべての音源からの音が増幅され、全体の音圧レベルが上昇します。サウンドエンジニアは、ステージや客席からの直接音を克服するために、サウンドシステムからの出力を危険なレベルまで上げざるを得ないかもしれません。
- ii) 過剰な残響のある会場や、その他の音響的問題（顕著なエコーやアンバランスな周波数特性など）がある会場では、ハウスエンジニアがクリアでコントロールされたミックスを実現することが難しくなります。そうした条件下でハウスエンジニアがミックスの明瞭度を向上を図ろうとする程、音圧レベルが徐々に上昇することがあります（29, 35, 47）。

F3.2.2 アンプリファイドミュージックは一般に、十分に減衰した室内残響、すなわち「ドライ」な音響特性を持つ会場で最もよい結果が得られます。アンプリファイドミュージックのための適切な残響時間（ノルウェーの規制に基づく）（48）は、補足資料7に記載されています。

F3.2.3 ほとんどの会場、特に硬い反射面（例えばレンガ、コンクリート、しっくい、ガラス）を主材料とする会場では、部屋の残響をコントロールするために追加の吸音を導入する必要があります（会場の音響処理用材料の例については補足資料7を参照）。

ほとんどの場合過剰な残響が問題ですが、残響音をすべて吸収することを目的にしてはいけません。音響的に「デッド」な会場は、ミュージシャンがアンサンブルとして一緒に演奏することを難しくし、来場者との間に断絶感をもたらす可能性があるからです。

トレーニングを受けたサウンドエンジニアは、既存または計画中の会場の音響を評価し必要な音響処理の性質と程度について助言することができます（注5）。

F3.2.4 中高周波の音は、柔らかく多孔質の素材を導入することで吸収することができます。例えば、布張りの座席、カーペット、カーテン、垂れ幕などが挙げられます。吊り下げ式の吸音天井は、処理に利用できる表面積が大きいこともあり特に効果的です。オープンセルフォームやミネラルウールなどの繊維素材で作られた高性能吸音パネルもあります。これらは、壁や天井に取り付けることができます。

F3.2.5 低周波音を吸収することは一般に困難ですが、音質を大幅に向上させることができます。低周波の残響をうまくコントロールすることで、ハウスエンジニアはクリアでインパクトのあるミックスをより簡単に実現し、音圧レベルの制限も守れるようになります。このためには共振吸収材を使うのが一般的です（補足資料7に例を示しています）。

F3.2.6 効果的な吸音は、一般的には一箇所に集中するのではなく会場の表面全体に分散されるべきです。一方、望ましい効果をもたらすため、場合によっては特定のタイプの音響処理を特定の場所に配置することが有益である場合があります。訓練を受けたサウンドエンジニアがいる場合、会場の所有者や管理者はそのような問題について助言を求めることが推奨されます。

F3.2.7 強い反射（例：会場の後壁から）や集音効果（例：ドーム型やアーチ型の構造による）は、音質に深刻な影響を与え、結果としてハウスエンジニアが安全な音圧レベルでクリアでインパクトのあるミックスを実現する能力にも影響を及ぼします。このような音響的な問題は、反射や集音効果をもたらす表面を適切な方法で処理することで解決できます。必要な処理は、通常吸音（表面で反射する音の量を減らす）または拡散（表面で反射した音を一方向に戻すのではなく、あらゆる方向に散乱させる）のいずれかの形式をとります。

注5 REW (www.roomeqwizard.com/) は、残響時間測定を行うことができる人気のあるフリーソフトウェアパッケージです。訓練された音響技術者のサービスを利用できない会場では、有用なリソースとなる可能性があります。

注：音の拡散は、曲面（凸面）または深さの異なる表面（例えば、深さの異なる一連の「溝」）でも可能です。吸音部と反射部がパッチワークのように配置された表面も、ある程度の音の拡散をもたらします（例については補足資料7を参照）。

F3.3 定在波

F3.3.1 定在波(46)は音波が部屋の表面間で跳ね返ることによって生じる低周波の共振です（より詳しくは補足資料8を参照）。定在波はカフェやバーのような容積が1000m³程度以下の小さな会場で問題となることがあります。小さな会場内を移動する際に、低周波（ベース）のレスポンスが非常に不均一であったり、「ブーミー」であると感じられる場合、これは定在波の問題を示している可能性があります（注6）。

F3.3.2 定在波の問題に対する解決策は、一般に低周波の吸音を増やすことであり（補足資料7参照）、特に部屋の角や部屋の2つの面が接する境界を処理することに重点を置くことが効果的です（49）。

F3.4 ステージ周辺の音響効果

F3.4.1 ステージエリアの音響は、特に小さな屋内会場では特別な注意を払う必要があります。主な検討事項は2つあります。

- i) ステージはミュージシャンが演奏するのに快適な環境を提供しなければなりません。最も重要な要素は、ステージモニターの過剰な出力レベルに頼ることなく、自分自身とメンバー互いの声や演奏音が明瞭に聞こえることです。
- ii) ステージから客席への音の漏れは適切にコントロールする必要があります。ステージ上の音圧レベルは非常に高くなることもあり、一般的にハウスエンジニアのコントロール下にはありません。

F3.4.2 一般的にステージエリアの音響は会場全体の音響と同様であるべきです。つまり低周波の共鳴吸収体（ステージ周辺に配置されることもある）と中高周波の多孔質吸収体（カーテン、ドレープ、その他の「ステージテキスタイル」の形で使われることが多い）のバランスのとれた組み合わせによって残響をコントロールすることが理想的です。硬い表面は音をステージ全体に均一に広げるため、問題となる反射を避けるために音を拡散するようなデザインにする必要があります。

注6 低音域のレスポンスが不均一な場合、低周波音を再生する1つ以上のスピーカーからの直接音と反射音の干渉縞に問題があることも考えられます（補足資料8を参照）。

F3.4.3 他の対策（補足資料11参照）と組み合わせて、ステージエリアの後壁（通常ドラマーが座る場所の後ろ）の吸音は、小規模な室内会場で来場者席に向かって伝搬するステージ音のレベルを下げる上で重要な役割を果たすことができます。

F3.5 屋外会場の音響特性

F3.5.1 屋外会場の音響は一般的に屋内会場よりはるかに管理が簡単です。音響設計上の主な問題は、現場の看板、バス、ステージキャノピーなどの大きな物体が、音をステージや客席に直接反射させたり、集音したりする状況を避けることです。さらにステージ周辺の硬い表面からの強い反射がミュージシャンのモニタリングを妨げることがないように注意する必要があります。

F3.6 サウンドシステムデザイン

F3.6.1 サウンドシステム設計の第一の目標は、全体の音圧レベルと、特に低域と高域のスペクトルバランスの両方において、来場者エリア全体に適度に均一な音の分布を実現することです。このためにはスピーカーの設置位置が特に重要です。スピーカーの配置と音響分布への影響を示す状況は、補足資料9に記載されています。

F3.6.2 一般的に来場者席全体に均等に音が届くことが望ましいのですが、会場の後方、バー、グッズ売り場、来場者が循環するエリアなど、特定のエリアでは意図的に低い音圧レベルを目指すことが適切な場合があります。来場者の中にはもう少し静かな場所からイベントを楽しみたいと思う人もいるので、選択肢と快適さを向上させることができます。特に来場者が積極的に演奏を聴くことを想定していないような場所ではこのような効果が期待できます。また、音圧レベルを低くすることで、言葉によるコミュニケーションが重要なエリアでもそれが容易になります。

F3.6.3 すべての会場は異なり、サウンドシステムのデザインに個別の要求があります。プロのサウンドシステムデザイナーは、特定の会場やイベントに最も適したスピーカー構成についてアドバイスすることができます。客席内の異なる位置で発生する音圧レベルを予測し、異なるスピーカー構成を比較できるソフトウェアパッケージもありますが、現在のところ直接音を予測するだけで、会場の音響を考慮したものではありません。

F3.6.4 音の均一な分布を実現し、ハウスエンジニアがクリアでインパクトのある高品質なミックスを行うのに適した条件を整えるには以下の注意が必要です（46、50-52）（補足資料9もご参照ください）。

- i) 一部の来場者が他の来場者よりもスピーカーに大きく近づくような状況は避けること
- ii) メイン・スピーカーからの直接音が、前方の他の来場者によって後方の来場者に届くのを妨げるような状況を避けること
- iii) 可能な限りスピーカーを頭の高さより高くする（「フライング」する）
- iv) スピーカーの指向性パターンに注意し、できるだけ多くの音が目的の場所に届くようにすること（つまりスピーカーを来場者に向け、壁や天井から遠ざける）
- v) マルチユニットスピーカーシステム（ラインアレイなど）が慎重に設置され、意図したとおりに音を分配していることを確認すること
- vi) セカンダリースピーカー（ディレイフィル、フロントフィル、アウトフィルシステムなど）を使用することで、メインスピーカーでカバーできないエリア（大観衆の後部や二階席の下など）にも音を届けやすくなる
- vii) 特定の場所から音が出るように見せる必要がない場合（例：録音された音楽を流すバーやクラブでステージがない場合）、完全分散型（例：天井埋め込み型）スピーカーシステムの使用を検討することができる。各スピーカーはそれぞれ小さなエリアをカバーするだけでよく、サウンドはより低いレベルで放射される。

F3.6.5 ほとんどのサウンドシステム、特に大きな会場では、サブウーファー（約100Hz以下の低周波音を再生するための専用スピーカー）が組み込まれています。サブウーファーはステージに近い地上に設置されるのが一般的で、その結果最前列の来場者が強烈な低周波音にさらされることがあります(36)。現時点では、これが人間の聴覚にどの程度のリスクをもたらすかは不明ですが、潜在的なリスクはサブウーファーを頭の高さより上に配置することで回避できます。これに関する実用的な検討事項については補足資料9に概説しています。

F3.7 スピーカー前の立入禁止区域

F3.7.1 スピーカーから数メートル以内に近づくと音圧レベルが急上昇するため（補足資料10参照）（53）、スピーカーのすぐ前は特に危険な場所となります。スピーカーから1メートル以内に来場者が入らないようにすることを強くお勧めします。できればオーディエンスエリアをスピーカーから3メートル以上離すのが理想です(46)。

注：これらの推奨距離は、問題のスピーカーの最大出力能力に照らして検討されるべきもので、メーカーやモデルによって大きく異なる場合があります。低出力のスピーカーでは進入禁止区域は必要ないかもしれませんが、高出力のスピーカーでは3メートル以上の進入禁止区域が必要な場合があります。

F3.7.2 可能であれば、スピーカーを頭の高さよりも高くすることは、来場者と最低限の距離を置くための効果的な解決策です。これが不可能な場合は、頑丈なバリアを使用することで来場者がスピーカーに近づきすぎるのを防ぐことができます（46）。

F3.8 舞台上の音響の管理

F3.8.1 小規模なライブハウスでは、ステージ上の大きいレベルの音が直接客席に伝播するため、音圧レベルの制限を遵守するための大きな課題になります（コラム3参照）。残響音の蓄積を抑制するためにステージ周辺を含む会場に吸音材を追加導入することは、この問題の対策として重要であると言えます。しかし多くの会場ではこの措置だけでは十分ではありません。音圧レベルの制限を遵守するためには、ステージ上の音圧レベルを積極的に下げる必要があります。

F3.8.2 ステージ上の音圧レベルをコントロールする最も効果的なアプローチは、最も大きな音を出す音源を静音化する（可能であれば取り除く）ことです（46）（この提案については補足資料11を参照ください）。

F3.8.3 ステージ上の大音量音源が可能な限り抑制されたら、次のステップはステージから客席に伝搬する音の量を減らすことを検討します。これには一般的に音を客席から離れた位置から放射する、音が直接客席に届かないように遮る素材を使用することが考えられます（46）（この提案については補足資料11を参照ください）。

これらの対策は、演奏者、技術者、サウンドエンジニアの協力と同意が必要ですが、効果的であり費用もかかりません。

要点4

個人用聴覚保護具

会場/イベント会場では、来場者に個人用聴覚保護具を用意すること

要点4は会場やイベントにおいて来場者が個人用聴覚保護具を利用できるようにすることです。

低価格の使い捨て耳栓も効果的ですが、音楽用に設計された高音質耳栓は音質、快適性、使いやすさの点で優れています。

耳栓は正しく装着して初めて効果を発揮するため、聴覚保護具と一緒に十分な説明書を提供する必要があります。

F4.1 要旨

F4.1.1 聴覚保護具の着用は、個人がイベントを制限なく楽しみ続けながら個人的な音響暴露を低減できる実用的な唯一の手段である場合があります(54)。

聴覚保護具には、一般的に耳栓、イヤーマフ、カナルキャップがあります(55)。耳栓は娯楽施設での使用に最も適した個人用聴覚保護具と考えられていますが、イヤーマフなど他の形態の聴覚保護具も効果的です。

フェスティバル参加者の耳栓使用は、高い音圧レベルの音楽にさらされることによる一時的な難聴や耳鳴りの発生を大幅に減らすことが示されています（56, 57）。

耳栓は鼓膜に到達する音の強さを物理的に減衰させることで機能するため、音響暴露の際の短期的な保護は音による難聴に対する長期的な保護につながると考えられています（繰り返し暴露する際に耳栓を継続して使用したと仮定した場合）。

F4.1.2 耳栓は様々なメーカーにより様々な種類の材料で作られています。また形状や価格帯もさまざまです。

耳栓の主な分類方法は以下の通りです（いずれの場合も、最も安価なものを最初に記載しています）。

- i) シングルユース（使い捨て）とリユース（再利用）の比較
- ii) レディフィットとカスタムモールドの比較
- iii) 一般的なものと音楽に特化したもの（ハイフィデリティ）
- iv) パッシブ（アコースティック） vs. アクティブ（電子的）

レディフィット耳栓には、成形可能なもの（装着前にある程度の加工が必要）と予備成形されたもの（装着前に加工が必要ない）があります。

注：アクティブ（電子）耳栓は外部マイクロフォンと内部スピーカーを備え、原理的には異なる周波数の音を可変かつ選択的に減衰させることが可能です。現在では広く使用されていないため、本規格ではこれ以上考慮されていません。

F4.1.3 音楽鑑賞用に特別に設計された耳栓は、「音楽用」耳栓、あるいは「均一減衰耳栓」として知られています。これらの耳栓は一般的なシングルユースの耳栓（コラム5参照）と比較して大きな利点を提供し、使用可能性と持続可能性の観点から最も適切であると言えます。

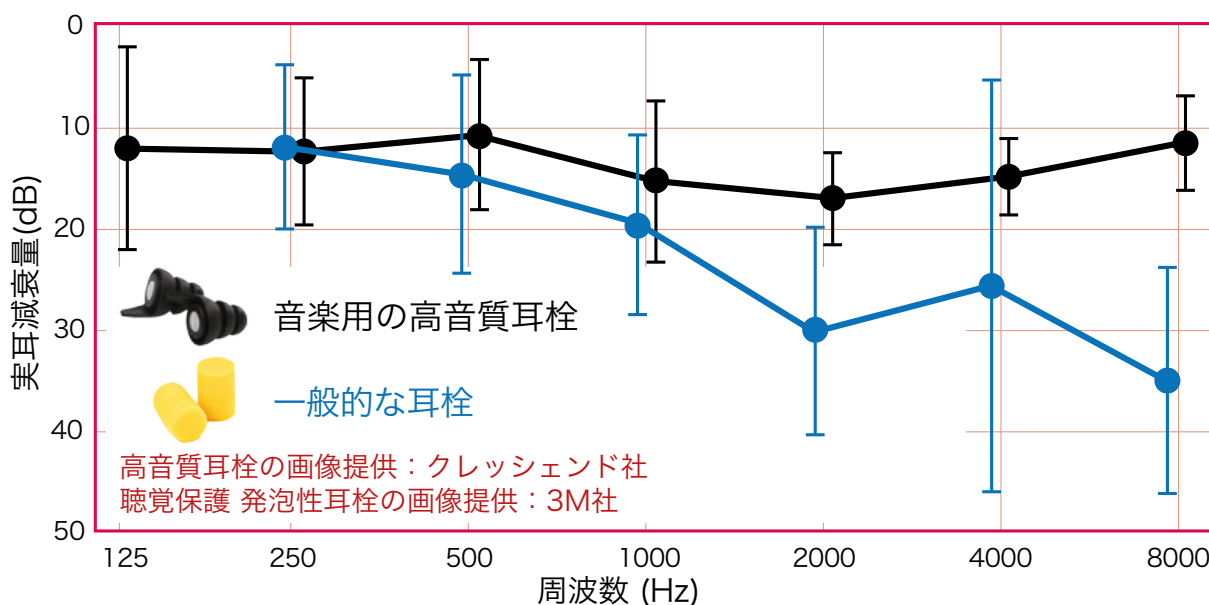
F4.1.4 カスタムモールド耳栓は、快適さと音質のためにライブサウンドエンジニアやプロのミュージシャンに好んで使用されています。また、特に会場やイベントに定期的に参加する来場者の使用にも適しています。しかし、その製造には訓練を受けた専門家による耳型採取が必要であり、比較的高価であるため、会場やイベントでのオンデマンド提供はできません(54)。

政府および医療機関は、聴覚の予防医療の重要な要素として、カスタムモールド耳栓を無償または補助金付きで個人に提供できるかどうかを検討することが推奨されます。最高の性能を確保するため、カスタムモールド耳栓の減衰は閾値での実耳減衰試験手順で検証する必要があります(58)。

コラム5

音楽用の高音質耳栓と一般的な耳栓の比較

音楽用耳栓は一般的な耳栓とは異なり、すべての周波数でほぼ均等に音を減衰させるように設計されており、より自然な音質が得られます(54, 59-61)。下図に示すように、一般的なフォーム耳栓は、低周波よりも高周波の減衰が大きく音がこもってしまい、音楽を楽しむことができません。



音楽用耳栓は一般的な耳栓よりも価格が高く、全体的な減衰量も少ないのですが、その音質的な優位性からアンプリファイドミュージックの楽しみ方と相性が良いのです。

ほとんどのユーザーは音楽をクリアに聴きたい、ある程度のラウドネス感覚を保ちたいと考えるので、全体的な減衰量が少ないことは必ずしもマイナス要因にはなりません。原理的には全周波数帯域で6dB減衰させるだけでも、ある音圧レベルにさらされる時間が4倍長くなります。一定、かつ「適度な減衰」を提供する耳栓は、ユーザーが一時的に聴覚保護具を外す必要なく会話することも容易にします。

しかし、実際には音楽用として販売されているすべての耳栓が周波数に関係なくフラットな減衰を提供する訳ではないことにも注意が必要です(62)。HEARsmart*が提供する "What Plug?" ツールは、音楽鑑賞用の高音質耳栓の有用な情報とレビューを提供しています。

* What Plug? リソース。 https://hearsmart.org/earplugs/what_plug/。
現時点では、オーストラリア国内市場に限り利用可能です。

F4.1.5 耳栓は適切に装着された場合にのみ音を減衰させる効果があります。訓練を受けていない装着者が得られる減衰は、製造者が規定する性能を下回ることが多くなります（54、63）。それゆえあらゆる種類の耳栓には明確な使用説明書が付属していることが重要です。使用方法是文書またはビデオで提供することができます。

F4.1.6 アンプリファイドミュージックが演奏される会場を訪れたり、イベントに参加したりする人はすべて聴覚保護具の使用を検討すべきですが、以下に該当する場合は特に重要です(54)。

- 会場やイベントに定期的に参加される方
- 騒がしい職場で働いている人
- その他の個人的または環境的な大音量源にさらされている人（例：パーソナルオーディオシステムで音楽を聴いている人
- 難聴や耳鳴りなどの聴覚障害をお持ちの方は、症状の悪化を防ぐため
- イベントや会場に足を運ぶ子どもたち

注：子供を対象とした会場やイベント、または子供が来場者の一部になる可能性のある会場では、子供の使用に適した聴覚保護具を用意する必要があります。

F4.2 性能要件

F4.2.1 音楽会場やイベントで使用する耳栓は、聴覚障害からの有意義な保護レベルを確実に提供すると同時に、来場者が音楽を聞いて楽しみ、快適に会話し続けることができるものでなければなりません。つまり、耳栓は十分な音の減衰を提供しなければならないが、過剰であってはならないのです。

F4.2.2 耳栓が妥当な最低保護レベルを提供することを確実にするため、実験室で測定された実耳減衰量 12dB（※7）以上は、経験の浅い被験者の自己装着時に少なくとも 84%が実現するものとし（「想定保護値」）。

※7

250Hz、500Hz、1kHz、2kHz、4kHzの各オクターブバンドで12dBの実音域減衰を実現。

ライブサウンドの平均的な長期スペクトル（補足資料3参照）に基づき、これらの要件を満たす耳栓は一般的に保護されていない100dB LAeq, 15 minの音圧レベルを装着時に88dB LAeq, 15 minまで確実に減少させることができます。これは、音圧レベルの制限値（要点1）と合わせて、会場やイベントに平均して週6時間まで参加する来場者の聴力を保護するのに十分であると考えられます（補足資料2参照）。これは労働騒音規制の下で労働者に通常与えられている保護と同等です（27, 54）。しかしこれは問題になっている環境（音楽のリスニング）以外での音の暴露は考慮されていないという認識が重要です。

注）保護性能84%に基づく想定保護値は、16名以上の被験者によるパネルでの平均減衰量から1標準偏差（64）を引いた値として、各オクターブ帯域について推定することができます。

F4.2.3 耳栓はしばしば一定の「dB定格」で販売されていますが、そのような数値はしばしば好ましい条件下で実施された試験（例えば、実験者が各被験者の耳に耳栓を装着し、最適な装着を保証する）に基づくことを認識することが重要です。実際の使用において平均的なユーザーでは明示されたレベルの減衰を実現することはまずありません。このため本規格の最低性能基準は、想定保護値、すなわち耳栓のセルフフィッティング時に経験の浅い使用者の少なくとも84%が実現すると予想される減衰量で規定されています（64）。

F4.2.4 耳栓は適用される国内又は国際規格（例えば、オーストラリア、欧州及び米国で設定された規格）（65-67）で規定される構造、設計、性能、マーキング及びユーザー情報についての他のすべての最小要件も満たすべきです。

F4.3 会場やイベントでの提供

F4.3.1 来場者は会場やイベントにおいて、要望に応じて適切な聴覚保護具を無償または手ごろな費用で利用できるものとします。

F4.3.2 来場者に過度の経済的負担を強いることなく、より環境的に持続可能な選択肢として、基本的な使い捨ての耳栓よりも高音質で再利用可能な耳栓の利用が奨励されるべきです。またこのような耳栓はより質の高いリスニング体験を提供することで、来場者が聴覚保護を受け入れ、一貫して使用する可能性をより高くします。

F4.3.3 耳栓はイベントの期間中、アクセス可能な場所（複数可）で来場者に提供されるべきです。会場やイベントへの入場時に耳栓を提供することもできますが、イベント開始後に耳栓を希望する来場者のためのオプションも用意されるべきです。

F4.3.4 可能であれば、また様々な耳に合うように、会場やイベントにおいて来場者が複数のサイズの耳栓を利用できるようにすることが求められます。これは、特に子供を対象としたイベントや、子供が参加することが予想されるイベントに関連します。

F4.3.5 耳栓メーカーの包装に提供される印刷された説明書に加え、耳栓の利用者が耳栓の正しい使い方に関するビデオ説明を見つけることのできる信頼できるオンライン情報源に容易にアクセスできるようにすべきです。これは、例えば包装上のQRコードや耳栓が提供される場所の看板を利用することで実現できます。

要点5:

クワイエットゾーン

クワイエットゾーンを設けることで来場者が大きな音から耳を休めることができます

要点5は来場者が大音量から耳を休めることができる場所に関する情報を提供します。

クワイエットゾーンにおける適切な音響条件と環境騒音レベルに関するガイダンスが提供されています。

会場がクワイエットゾーンに対応できない場合、高い音圧レベルを緩和する別の方法を提案します。

F5.1 要旨

F5.1.1 クワイエットゾーンとは、会場やイベントにおいて来場者が高いレベルの音にさらされないように耳を休ませることができる指定された場所です。これは様々な方法で音による難聴のリスクを減らすのに役立つ可能性があります（コラム6参照）(10)。アンプリファイドミュージックを伴うイベントに参加する若者は、聴覚を保護するためにクワイエットゾーンを活用することに関心と意欲を示しています(68)。

F5.1.2 会場やイベントにおける一つ以上のクワイエットゾーンの提供は、集合的に、かつ安全に来場者の合理的な割合に対応するものでなければなりません(71)。来場者の総収容人数の少なくとも10%を目標とすることが提案されていますが、これを実現するための実用性は会場の大きさ、構造、レイアウトに依存することが認識されています。

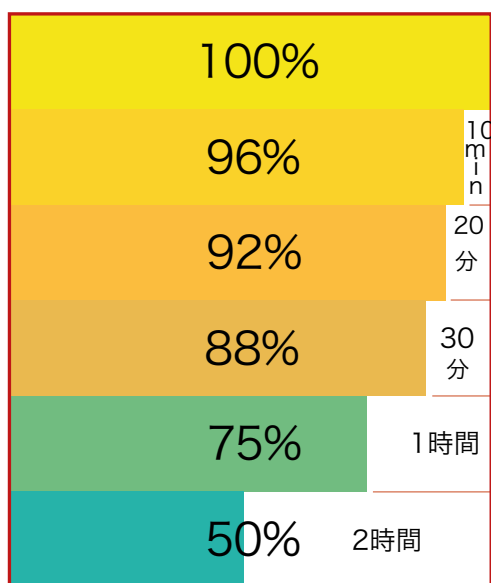
F5.1.3 クワイエットゾーンははっきりと明示され、イベント開催期間中に来場者がアクセスできるものとします。常設会場において屋外エリアをクワイエットゾーンとする際は、悪天候時の利用にも適しており、地域の計画制限や環境騒音規制に反することなくイベントの期間中使用できる場合にのみが指定されるべきです（46, 71）。

F5.1.4 来場者はクワイエットゾーンを利用する際に、他の健康被害（例：たばこの煙）にさらされることがないようにします。

コラム6

大音量から耳を休ませるメリット

4時間の相対音圧



 クワイエットゾーンで過ごした時間 (<80 dB LAeq)

難聴のリスクを低減するためのクワイエットゾーンの有効性を示す研究や証拠は乏しいのが現状です。しかし高い音圧レベルにさらされる時間が短いほど、聴覚障害のリスクが低くなることを示す明確な証拠があります(10, 23)。

左の図は人が静かな場所で過ごす時間が長くなると、イベント期間中に受ける相対的な音響線量（累積的な音響暴露の尺度）がそれに応じて減少することを示しています。この結果、聴力傷害のリスクが減少します(10, 23, 27)。

全体の曝露量を減らすには、静かな場所でかなりの時間（例えば4時間のイベントの間に30～60分）過ごすことが必要ですが、定期的に耳を休ませることが有効である理由は他にもあります。

- 継続的な音への暴露中に定期的な休息を取り耳の繊細な構造を部分的に回復させることで、累積音響暴露線量のわずかな減少だけから予想される以上の保護効果があるという証拠がいくつかあります(69, 70)。
- 高い音圧レベルに過度にさらされた場合の知覚的な影響（耳鳴り、音がこもって聞こえる、会話がしにくいなど）を自覚するのは「静かな環境に入った時」であることが多いのですが、このタイミングで来場者に個人用聴覚保護具を使用するなどの自己防衛行動を取らせる可能性が高くなります。

F5.2 クワイエットゾーンの音響条件

F5.2.1 クワイエットゾーンが効果的であるためには、その場の音圧レベルは音による難聴を引き起こしたり悪化させたりするリスクを最小限にし、高い音圧レベルにさらされた後に内耳の繊細な生理的構造がある程度回復可能な程度となるよう意図的に保たれていなければならなりません。また来場者は声を張り上げることなく会話ができるようにする必要があります。

F5.2.2 これを実現するため、クワイエットゾーン内の環境騒音レベルは合理的に実行可能な限り 70dB LAeq, 15min (23) 以下に維持されなければなりません。

環境騒音レベルは機械換気騒音、建物外部からの交通騒音の侵入、低レベルの環境音楽、または高いレベルで音楽が演奏または再生されている隣接空間からクワイエットゾーンへの音の漏れなどの音源によって決定される場合があります (46)。

クワイエットゾーンにいる来場者が発生する音は、実際にはそのレベルをコントロールすることが非常に困難であるため本規格からは除外されています。クワイエットゾーンの環境騒音レベルをせいぜい中程度にすることで、来場者の活動を考慮しても全体の音圧レベルが自然に 70dB LAeq, 15 min になるような状況を作り出します。

F5.2.3 屋内クワイエットゾーンは、残響音の蓄積を抑制するため、適切な量の吸音材（例：カーペット、カーテン、ソフトファニシング、または専用の吸音パネル）を備えているものとします。目安としてはクワイエットゾーンの壁や天井の総面積の20%以上です。吸音材は部屋の周囲に分散して配置する必要があります。これにより部屋が使用されているときに音圧レベルが急上昇するのを防ぐことができます。

F5.2.4 大音量で音楽を演奏または再生する隣接空間とクワイエットゾーンを隔てる内部仕切りは、クワイエットゾーンへの過度の音漏れを止めるために適切な構造であるべきです。一般的には固い石造りの壁か、十分な質量を持つダブルスキンのパーティションが必要とされるようです。

F5.2.5 クワイエットゾーンが大音量で音楽を演奏または再生する空間に直接隣接している場合、吸音材を敷いたロビーの両端にある密閉性の高い2組のドアで空間を区切るものとします。これは、人々がドアから出入りする際に、クワイエットゾーンへの空気伝搬音を減少させるのに役立ちます。

F5.3 高い音圧レベルからの休息を提供する代替方法

F5.3.1 会場によってはスペース、建築、火災に対する安全性、またはアクセス上の制約から、適切な大きさのクワイエットゾーンを設けることが不可能な場合があります(46)。

このような場合にも、来場者に高い音圧レベルからの休息を提供することが有益です。対策方法としては以下のようなものがあります（ただしこれらに限定されません）。

- i) 定期的に（例えば幕間の交代時に）サウンドシステムを通して再生される録音済み音楽のレベルを70dB LAeq, 15 minにする
- ii) バーエリア、廊下、ロビー、トイレなどの補助的なエリアでは音圧を低～中程度に保つ

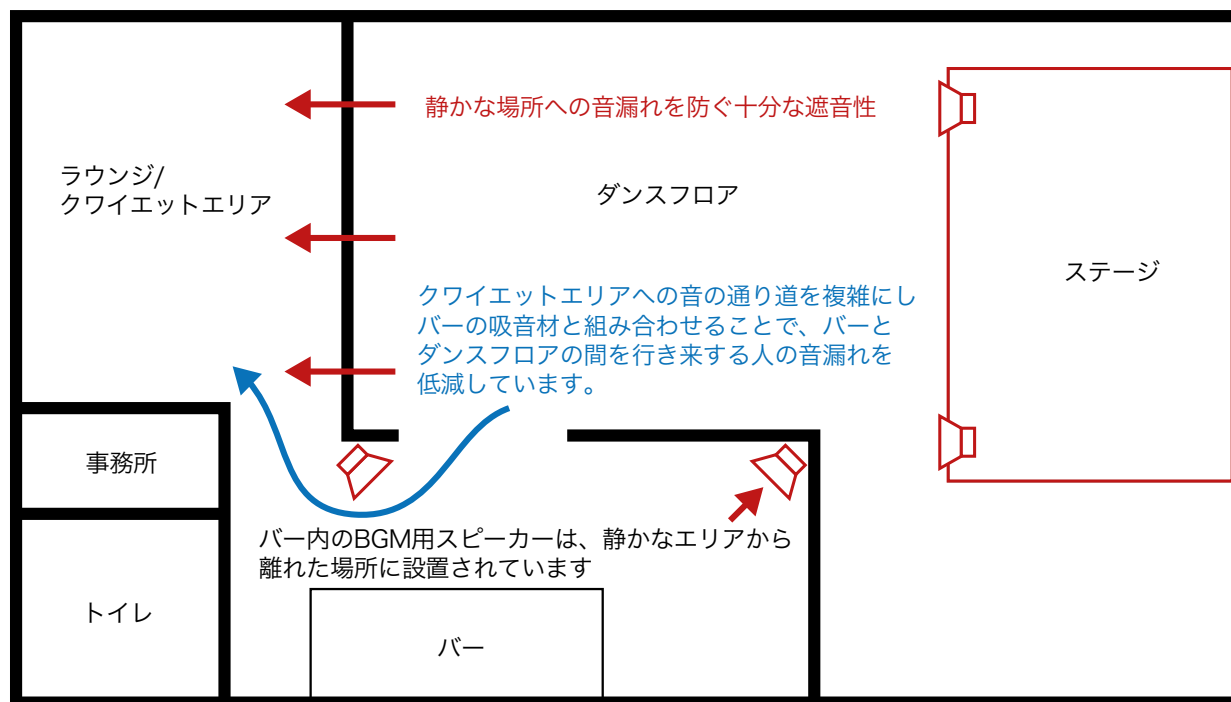
F5.3.2 これらの代替措置が会場やイベントにいる間の来場者の累積的な音響暴露を減少させることはほとんどありません。しかし重要なのはこれらの措置により来場者が耳の疲労の兆候に気づき、個人用聴覚保護具の使用など自身を保護しようとする機会を与えることなのです。

コラム7

ケーススタディ スイスの音楽ホールにおけるクワイエットゾーン

非電離放射線および音響に関連するリスクからの保護に関する連邦法（O-NIRSA）のスイス条例（71、72）によると、1時間当たりの音圧レベルが100dB（A）以下で、継続時間が3時間を超えるイベントがある場合、クワイエットゾーン（休息エリア）を提供する必要があります。クワイエットゾーンは以下の要件に適合していなければなりません。

- 平均音圧レベルは85dB LAeq, 1hrを超えてはならない
- クワイエットゾーンはイベントの来場者のために提供される総面積の少なくとも10%を占めなければならない
- クワイエットゾーンはイベント期間中、来場者が容易にアクセスできるよう明確に表示されなければならない
- クワイエットゾーンの50%以上を禁煙とすること



画像提供：Raphael Elmiger, Federal Office of Public Health Switzerland.

コラム7

ケーススタディ スイスの音楽ホールにおけるクワイエットゾーン（続き）

スイスでの経験から、利用者は耳を休めるだけでなく複数の目的でクワイエットゾーンを利用することが一般的であると分かっています。例えば、以下のようなことです。

- メイン会場では音が大きすぎておしゃべりがしにくいという方に向いている
- 飲食目的
- 長時間のパーティーで休息するため
- 喫煙目的（許可されている場合）

スイスの会場オーナーや業界関係者へのインタビューから、クワイエットゾーンを計画する際の重要な考慮事項が明らかになりました。

- メインルームからの音漏れが大きいとクワイエットゾーンでの適切な静音レベルを確保することが難しくなる
 - メインルームとクワイエットゾーンとの間に十分な遮音性を確保する
 - スピーカー（特に高周波ドライバー）がクワイエットゾーンに向かわないように設置する
- 来場者は不適切なクワイエットゾーンを利用することを望まないかもしれない
 - クワイエットゾーンは快適で魅力的な空間となるように設計する
 - 喫煙者のラウンジや廊下など、基礎設備のない部屋をクワイエットゾーンとして使用することはなるべく避ける
- 小規模でスペースの限られた会場ではクワイエットゾーンに適したスペースを見つけるのは困難
- 屋外での休憩を希望する来場者もいるため可能な限り配慮を
 - 一旦屋外に出ると再入場できないようなワンウェイ・エントリーのポリシーは避ける
 - 屋外での休憩は、近隣の物件への騒音被害のリスクとのバランスを考慮する必要がある

要点6

適切な教育と情報提供

セーフリスニングに関する適切なトレーニングや情報が必要であり、それらは提供されなければならない

要点6はリスニングをより安全にするための実践的な方法とその重要性について、スタッフや来場者に認識してもらうことを目的としています。

管理的、技術的、来場者対応の役割を持つすべてのスタッフは、会場やイベントで運用されているセーフリスニング対策について基本的な認識を持っている必要があります。

音圧レベルの監視とコントロールの責任者はより詳細なトレーニングが必要です。

来場者に対してはチケットや会場・イベントでの告知でセーフリスニングに関する情報を提供する必要があります。

本規格の機能を適切に有していると所轄官庁から認定された会場やイベントは、「セーフリスニング会場」または「セーフリスニングイベント」として明示することができます。

F6.1 要旨

F6.1.1 来場者や音楽・娯楽産業で働く人々の間で、大音量にさらされた後の永続的な聴覚損傷のリスク、そしてそのリスクを低減するのに役立つセーフリスニングについての認識を高めることは、本規格の包括的目標である「人々が耳を保護しながらアンプリファイドミュージックを楽しむ力を与えられる環境を作る」ことを実現する上で不可欠です (73-76)。

F6.1.2 会場やイベントに参加したり働いたりする多くの人々にとって、その目的が大音量で音楽を聴くことに関連した感情や感覚を楽しむためであることを認めなければなりません。セーフリスニングに関する効果的なヘルスコミュニケーション・メッセージは、この現実を反映したものでなければならないのです(76-78)。

F6.2 トレーニング

F6.2.1 管理的、技術的、および来場者対応の役割に従事するすべての会場またはイベントスタッフは、以下をカバーする基本的なトレーニングを受ける必要があります(79)。

- i) 大音量への暴露により永久的な聴覚障害を被るリスク
- ii) 会場やイベントで運用されているセーフリスニング対策

F6.2.2 音圧レベルの監視及びコントロールに責任を有する個人（F1.4の "責任者"）は、上記に加え、より詳細な訓練を受けるべきです。

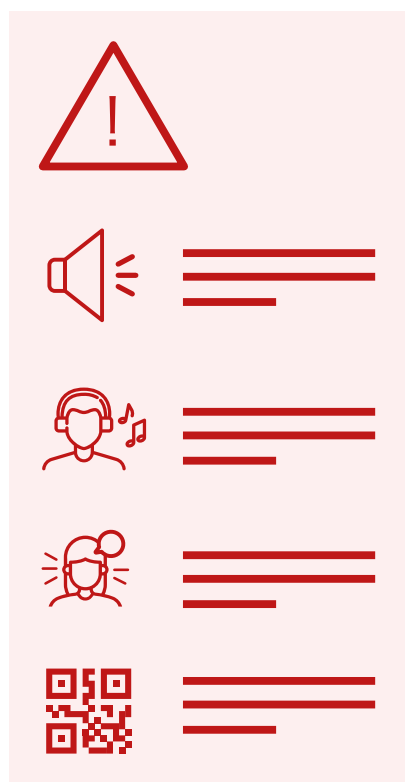
- i) サウンドレベルメータの運用（関連する場合、保守及び校正の手順を含む）
- ii) 測定されたL Aeq, 15 min音圧レベルの解釈の仕方
- iii) 従わなければならない音圧レベル制限（又は実効音圧レベル制限-補足資料5を参照）
- iv) サウンドシステムの出力レベル（音量）のコントロール方法

F6.2.3 研修は定期的に、また新しいスタッフが加わったときに更新され、技能や知識が最新の状態に保たれるようにします。

F6.2.4 ライブサウンドエンジニアのためのグローバルな研修・認証制度に関する予備的な提案が提出されています(79)。このような制度はライブサウンドエンジニアの知識とスキルセットを開発する上で貴重な役割を果たし、特にライブ音楽環境における来場者の音響暴露をコントロールするというユニークな課題に取り組むのに役立つ可能性があります。例えば、ステージ上の音圧レベルを下げるために演奏者と交渉したり、音圧レベルの制限を守りながら高品質のミックスを実現したりすることができます(80)。

F6.3 来場者向け情報

F6.3.1 会場やイベントにおいて高い音圧が予想される場合、電子チケットや印刷物には聴覚に永久的な損傷を与えるリスクについての警告を記載し、来場者に安全な聴取に関する信頼できる情報源（例えば、WHO Make Listening Safe FAQs）へのリンクやQRコードを案内することが可能です。



F6.3.2 会場やイベントの入口、会場内の見やすい場所（例：バーや内部ドア）に、運用されているセーフリスニング対策について来場者に知らせる告知を目立つように表示するものとします。これらの告知は最低限以下の通りです。

- i) 音圧を監視していることを明記すること
- ii) 来場者が聴覚保護具を入手できる場所を明記すること
- iii) クワイエットゾーンの場所を明記すること
- iv) セーフリスニングに関する信頼できる情報源（例えば、WHO Make Listening Safe のウェブページ）へ来場者を誘導するリンクまたは QR コードを含むこと

F6.4 "セーフリスニング会場 "または "セーフリスニングイベント "としての明示情報

F6.4.1 会場又はイベントが本規格の要点を適切に実施していると所轄官庁によって認定された場合、"セーフリスニング会場 "又は "セーフリスニングイベント "として明示することができます。これは、告知、チケット、イベントリスト及び他のマーケティング資料、オンライン及び印刷物において、これらの（又は類似の）呼称の使用を含むことができます。

F6.4.2 会場又はイベントが、例えば音圧レベルの監視に関して本規格の継続的要件を満たさない場合、その会場は「セーフリスニング会場」又は「セーフリスニングイベント」でなくなり、そのオンライン及び印刷物でこれらのフレーズのいずれかを直ちに使用停止しなければなりません。

F6.4.3 政府は、"セーフリスニング会場 "又は "セーフリスニングイベント "のラベルの不正使用を防止し、来場者が会場又はイベントの認証状況を調べることができるよう、会場及びイベントの状況を認証する仕組みの設置を検討することができます。

安全な聴講会場とイベントのためのWHO基準の採択と実施

この基準は国、娯楽施設やイベントの所有者や管理者、市民社会が、戦略的で証拠に基づいた利用しやすい方法で聴覚障害予防に取り組むことを支援するために作成されています。

政府による採択と実施

本規格の実施は、次のような方法で推進することができます。

法律または規制：政府の関連部署は、アンプリファイドミュージックが演奏される会場やイベントにおける音響暴露の緩和の問題を扱う適切な法律/規制/政策を策定すべきです。そのような規制はWHOの世界基準に基づき、以下のような利害関係者との協力関係を通じて策定されるべきです。

- 健康、教育、環境、青少年、文化など、政府のさまざまな部門
- 音響とサウンドシステム設計の専門家
- 難聴者協会を含む市民社会団体、NGO、専門家協会
- 青年組織
- 会場所有者の協会
- 主要なイベント主催者
- 消費者保護団体
- その他、その国の事情に関連した個人／団体

多様なステークホルダーが、さまざまな、時には相反する興味や意見を持つことが予想されます。議論を調整するために、熟練した議長が任命されなければなりません。その目的は過度に高い音圧レベルのアンプリファイドミュージックへの暴露を減らすという共通の理解にすべてのグループを導くことと言えるでしょう。これによって、本規格で提案されている対策が理解され、遵守され、そして受け入れられることが大いに促進されるでしょう。

会場オーナーやイベント主催者への支援

政府または規制機関の役割は、規制の策定や実施にとどまらず、公衆のためのセーフリスニングを確保するために会場の所有者と提携し、この努力において彼らをサポートすべきであり、特に以下の事項に注意が必要です。

- 都心にある小さな会場ではスペースや資源に制限があるため、本規格に概説されているすべての機能を実装することが困難である場合がある。そのような会場では、要求される音圧レベルを維持しながら、方針において合理的な配慮がなされる必要がある。このような会場のための具体的な実施戦略は、この文書全体を通して議論されている。
- 会場のオーナーが基準を実施する上で、過度な財政的困難やビジネスモデルへの脅威に直面しないようにすること。可能な限りこれらのビジネスに対する財政的支援を検討する必要がある。

る。この例として、ノルウェーでは政府が新規および既存の会場の音響とサウンドシステムの改善を支援する非営利プログラムを実施している（コラム8のケーススタディ参照）。

セーフリスニング会場の認証

F6.4で述べたように、各国政府は会場やイベントを「セーフリスニング」として認証するメカニズムの確立を検討すべきです。この認証制度が悪用されないようにするためには、認証のための適切なプロセスと定期的なモニタリングが不可欠です。

国民意識向上キャンペーン

政府は、基準を実施するための法律やその他の政策とともに、自国内で国民意識向上キャンペーンを開始する必要があります。

- 高い音圧レベル、特にレクリエーションの場で経験する騒音がもたらす危険性
- リスナーの難聴リスクを軽減するセーフリスニング

エンターテインメント施設やイベントのオーナーや管理者による自主的な採択

娯楽施設、コンサートホール、クラブ、バー、ジム、その他アンプリファイドミュージックが演奏される会場の所有者や管理者、また音楽フェスティバルやその他の関連イベントの主催者は、実行可能かどうかに応じて本規格に概説されている機能のすべてまたは一部を自主的に実施することができます。サウンドエンジニア、技術者、その他会場やイベントでの音響管理に関わる者は、ここに概説された要点をよく理解し適正な業務の一環として実施する必要があります。

来場者や顧客の聴覚の健康に投資することは、顧客の聴覚能力に依存する業界にとりビジネスとして理にかなっています。さらに調査によると、多くの人が会場やイベントで経験した音圧が高過ぎたと思い、不満を持って会場を後にしています(68, 74)。会場の音響やサウンドシステムの設計を改善し音圧レベルを下げることで、聴覚への不快感やリスクなしに高品質のサウンドを楽しむことができる知っている人々は、こうした会場やイベントでより長い時間を過ごすことができるようになるかもしれません。

音楽学校、音響学・音響工学・騒音管理に関する教育・訓練プログラムを持つその他の機関、および業界団体

セーフリスニングの理論的根拠と本規格の要点に関する内容は、アンプリファイドミュージックの創作、制作、演奏に関わる人々を教育または訓練するすべての関連コースのカリキュラムに含まれるべきです。そのような教育機関の学部長や教授は、コースカリキュラムの中にセーフリスニングに関する項目が含まれていることを確認する必要があります。このカリキュラムには以下が含まれます。

- 聴覚の健康の大切さ
- 音が聴覚系や人体に与える影響について
- 音に起因する難聴の予防
- セーフリスニングの原則
- WHOグローバルスタンダード「セーフリスニング会場とイベント」の要点

さらに、音楽家やサウンドエンジニアなどを代表する関連業界団体は、その団体を代表して、本規格の機能の実装を提唱する必要があります。

コラム8

会場での改善を支援する：ノルウェーのケーススタディ

クルトゥーロム（Kulturrom）はノルウェーの個人所有の会場やリハーサル場を支援する非営利団体で、セーフリスニング環境をより実現するための施設や設備の改善などを目的としています。この団体は、ノルウェーの文化・平等省から、ノルウェーの国営宝くじを通じて毎年資金援助を受けています。

新しい会場や改修中の会場では、以下のような課題に対して資金援助を申請することができます。

●音響特性評価

- これにはプロの音響技師による会場の評価も含まれる。評価報告書があることがさらなる資金援助の申請資格の前提条件となる

●音響処理

- これには独立した音響報告書の勧告に基づく、会場の音響の改善も含まれる

●機材購入

- これにはサウンドシステム、ミキシングデスク、ライティングリグ、共用バックライン機器（ラムキット、アンプ）などの機器の購入やアップグレードが含まれる

●メンテナンス

- これには専門家による既存機器の評価、修理、適切な機能を確保するためのアップグレードが含まれる

資金援助は通常総費用の75%で、会場が残りの25%を拠出する形で行われます。2009年の開始以来、コンサート会場、劇場、多目的ホール、リハーサルスペースの改善に約3500万ユーロを投資してきました。毎年、小さな合唱団から大きなコンサート会場まで、約200のイニシアチブが資金援助を受けています。

クルトゥーロムは数年前から多くの会場で音響の改善やサウンドシステムのアップグレードなど、来場者がより安全な環境で音楽を聴けるような改善を行うための資金を提供しています。

クルトゥーロムはまたノルウェーの100以上の会場にサウンドレベルメータを設置するための資金も提供しています。これらのシステムは各会場での音圧レベルの監視をサポートするだけでなく、セーフリスニングのためのガイドラインや規制に役立つ貴重な研究データを提供しています(35). ‡

‡ Støfringsdal B. コンサート会場におけるアンプリファイドミュージックで予期される音圧レベル。オーディトリウムアコースティクス。ハンブルク、ドイツ; 2018.

参考資料

1. Meyer-bisch C. 強拡大音楽（パーソナルカセットプレーヤー、ディスコ、ロックコンサート）に関連する聴覚障害の疫学的評価-1364人を対象とした高精細度聴力測定調査。Audiology. 1996; 35(3):121-142.

2. Biassoni EC, Serra MR, Richtert U, Joekes S, Yacci MR, Carignani JAら、レクリエーション騒音暴露とその青少年の聴覚への影響。Part II: Development of hearing disorders. *Int J Audiol*. 2005; 44(2):74-85.
3. Serra MR, Biassoni EC, Richter U, Minoldo G, Franco G, Abraham S 他 レクリエーション騒音暴露と青少年の聴覚に対するその影響。パートI：学際的な長期研究。 *Int J Audiol*. 2005; 44(2):65-73.
4. Biassoni EC, Serra MR, Hinalaf M, Abraham M, Pavlik M, Villalobo JP et al. 14-15歳の青年グループにおける聴覚と大音量音楽の暴露、17-18歳の再試験。 *ノイズヘルス*. 2014; 16(72):331- 341.
5. Ivory R, Kane R, Diaz RC. 騒音性難聴：レクリエーション騒音の観点から。 *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014; 22(5):394-398.
6. Serra MR, Biassoni EC, Hinalaf M, アブラハムM、Pavlik M、Villalobo JPら14から15歳の青少年における聴覚と大音量音楽への暴露。 *ノイズヘルス*. 2014; 16(72):320-330.
7. Keppler H, Dhooge I, Vinck B.若年成人の聴力。パートII：レクリエーション騒音暴露の影響。 *ノイズヘルス*. 2015; 17(78):245- 252.
8. Gjestland T, Tronstad TV. ポップ・コンサートの聴取レベルに対する音響規制の有効性。 *J Occup Environ Hyg*. 2017; 14(1):17- 22.
9. Pienkowski M. 大音量の音楽やレジャーの騒音は、慢性的な難聴、耳鳴り、聴覚過敏の一般的な原因である。 *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(8):4236.
10. レクリエーションによる大音量への暴露による聴覚障害：レビュー。ジュネーブ：世界保健機関; 2015.
11. Kujawa SG, Liberman MC. 傷害に侮辱を加える：「一時的な」騒音誘発性難聴後の蝸牛神経変性。 *J Neurosci*. 2009; 29(45):14077-14085.
12. 聴覚に関する世界報告書。ジュネーブ。World Health Organization; 2021 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/339913>, accessed 5 February 2022).
13. Schink T, Kreutz G, Busch V, Pigeot I, Ahrens W. Incidence and relative risk of hearing disorders in professional musicians（プロの音楽家における聴覚障害の発生率と相対リスク）。 *Occup Environ Med*. 2014; 71(7):472-476.
14. Bohne BA, Kimlinger M, Harding GW. 騒音暴露後のコルチ器変性の時間経過。 *Hear Res*. 2017; 344:158-169.

15. Fernandez KA, Jeffers PW, Lall K, Liberman MC, Kujawa SG. 騒音暴露後の加齢：「回復した」耳における蝸牛シナプソパシーの加速。J Neurosci. 2015; 35(19):7509-7520.
16. LePage EL, Murray NM. パーソナルステレオユーザーにおける潜在的な蝸牛損傷：クリック誘発音波放出に基づく研究。Med J Aust. 1998; 169(11-12):588-592.
17. Liberman MC, Kujawa SG. 後天性感音難聴における蝸牛シナプソパシー：発現とメカニズム。Hear Res. 2017; 349:138-147.
18. Kobel M, Le Prell CG, Liu J, Hawks JW, Bao J. 騒音による蝸牛シナプソパシー：これまでの知見と今後の研究。Hear Res. 2017; 349:148-154.
19. Fernandez KA, Guo D, Micucci S, De Gruttola V, Liberman MC, Kujawa SG. 感覚細胞の喪失を伴う、あるいは伴わない騒音誘発性蝸牛シナプソパシー。Neuroscience. 2020; 427:43-57.
20. Schaette R, McAlpine D. 正常なオーディオグラムを伴う耳鳴り：隠れた難聴の生理学的証拠と計算モデル。J Neurosci. 2011; 31(38):13452-13457.
21. Zheng Y, Guan J. 蝸牛シナプソパシー：隠れ難聴のレビュー。J Otorhinolaryngol Disord Treat. 2018; 1(1).
22. Liberman MC, Epstein MJ, Cleveland SS, Wang H, Maison SF. ヒトにおける隠れ難聴の鑑別診断に向けて。PLoS One. 2016; 11(9):e0162726.
23. ヨーロッパ地域のための環境騒音ガイドライン。世界保健機関; 2018 (<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>, accessed 27 November 2021).世界保健機関 (WHO) .
24. セーフリスニングデバイスとシステムのためのWHO-ITUグローバルスタンダード。World Health Organization; 2019 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/330020>, accessed 27 November 2021).
25. Beach EF, Mulder J, O'Brien I, Cowan R. Overview of laws and regulations aimed at protecting the patrons of the hearing within entertainment venues (娯楽施設内における客の聴覚保護を目的とした法律および規制の概要)。Eur J Public Health. 2020; 31(1):227-233.
26. Beach EF, Cowan R, Mulder J, O'Brien I. Regulations to reduce risk of hearing damage in concert venues (コンサート会場における聴覚障害のリスクを軽減するための規制)。Bull World Health Organ. 2020; 98(5):367-369.
27. Neitzel RL, Fligor BJ. レクリエーション用音響による騒音性難聴のリスク：レビューと提言。J Acoust Soc Am. 2019; 146(5):3911-3921.

28. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues（音楽会場における音圧レベルの測定、監視、管理、文書化）。Make Listening Safe. 世界保健機関；2020 年 5 月。
29. Hill AJ, Burton J. ライブイベントの音圧レベル規制が音響工学の実務に与える影響に関するケーススタディ。Institute of Acoustics; 2020.
30. Hill A, Mulder J, Burton J, Kok M, Lawrence M. ライブイベントにおける音圧レベルモニタリング。パート 2：規制、実践、および好み。J. Audio Eng. 2022;70(1/2):62-72.
31. Berglund B, Lindvall T, Schwela D, Goh KT. 地域騒音のためのガイドライン。ジュネーブ。World Health Organization; 2000 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>, accessed 27 November 2021).世界保健機関(WHO)発行
32. Welch D, Fremaux G. 人はなぜ大きな音が好きなのか？質的な研究。Int J Environ Res Public Health. 2017; 14(8):908.
33. Williams W, Beach EF, Gilliver M. クラビング：ダンスクラブやナイトクラブへの出席による騒音暴露の生活全体への累積的影響。Noise Health. 2010; 12(48):155-158.
34. Roberts B, Neitzel RL. レクリエーション環境における子供の騒音暴露限度：利用可能な証拠のレビュー。J Acoust Soc Am. 2019; 146(5):3922-3933.
35. Edvardsen MA. ノルウェーのアンプリファイドミュージックの会場における測定値の分析。土木・環境工学の修士論文。ノルウェー科学技術大学；2021年。
36. Hill AJ, Kok M, Mulder J, Burton J, Kociper A, Berrios A. A case study on sound level monitoring and management at large-scale music festivals.（大規模音楽フェスティバルの音圧レベル監視と管理に関する事例研究）。Milton Keynes: Institute of Acoustics; 2019.
37. McGinnity S, Mulder J, Beach EF, Cowan R. ライブハウスにおける音圧レベルの管理。J Audio Eng Soc. 2019; 67(12):972-985.
38. Sandell J, Berntson A, Sjösten P, Blomgren G, Kähäri K. ライブハウスにおける音響的介入。Acta AcusticaはAcusticaと統合。2007; 93(5):843-849.
39. ミュージック・ヴェニュー・トラスト（2015）。小さな音楽会場を理解する
40. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues（音楽会場における音圧レベルの測定、監視、管理、文書化）。Make Listening Safe. 世界保健機関；2020 年 5 月。

41. 国際電気標準会議. IEC 61672-1:2013 電気音響学. サウンドレベルメータ - 第 1 部：仕様; 2013.
42. 国際電気標準会議. IEC 61672-3:2013 電気音響. サウンドレベルメータ - 定期試験; 2013.
43. Celestina M, Hrovat J, Kardous CA. スマートフォンによる騒音測定アプリ：サウンドレベルメータの国際規格への適合性の評価. *Applied Acoustics*. 2018; 139:119-128.
44. 国際電気標準会議 IEC 60942:2017 電気音響学. サウンドキャリブレーション; 2017.
45. オランダにおける騒音規約の測定プロトコル、2019年 (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/03/20/meetprotocol-convenant-geluid-nederland-2019>, accessed 29 November 2021)。
46. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. リスニングを安全にする。世界保健機関；2020 年 9 月。
47. Adelman-Larsen N, Thompson E. ポップスやロックの会場における低音の明瞭度の重要性. *J Acoust Soc Am*. 2008; 123:3090.
48. Rindel J. New Norwegian standard on the acoustics of rooms for music rehearsal and performance (音楽リハーサルと演奏のための部屋の音響に関するノルウェーの新しい基準)。2014; 10.13140/2.1.4374.1440.
49. Fuchs HV, Zha X. Requirement for low-frequency reverberation in spaces for music: 第1部：異なる用途のための小部屋 *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*. 2015; 25(3): 272-281.
50. Corteel E, Coste-Dombre H, Combet C, Horyn Y, Montignies F. サブウーファのフライング構成とグランドスタック構成の効率について。145th Convention of the Audio Engineering Society, New York, USA. 2018.
51. Moore JB, Hill AJ. サウンドリインフォースメントとリプロダクションのためのダイナミックな拡散信号処理. *J Audio Eng Soc*. 2018; 66(11):953- 965.
52. Hill A, Beale C, Begault D, Burton J, Corteel E, Frick C et al. 技術文書 AESTD1007.1.20-05: 技術文書 AESTD1007.1.20-05: 屋外イベントにおける音響暴露と騒音公害の理解と管理。New York: Audio Engineering Society; 2020.
53. McCarthy, B. Sound systems: design and optimization. サウンドシステムの設計と調整のための最新のテクニックとツール。Taylor & Francis Group; Oxford, UK; 2016.

54. Portnuff C, Claycomb S. Hearing protection use in recreational music exposure: a review and analysis of the literature.レクリエーション音楽への暴露における聴覚保護具の使用。Make Listening Safe. 世界保健機関；2020 年 5 月。
55. 自分に合った聴覚保護具を選びましょう。米国国立労働安全衛生研究所（NIOSH）（<https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/choose.html>, accessed 27 November 2021）。
56. Ramakers GG, Kraaijenga VJ, Cattani G, van Zanten GA, Grolman W. レクリエーション騒音による難聴の予防における耳栓の有効性：無作為化臨床試験。JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2016; 142(6):551-558.
57. Kraaijenga VJ, Ramakers GG, Grolman W. レクリエーション騒音暴露による難聴の予防における耳栓の効果：システムティックレビュー。JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2016; 142(4):389 -394.
58. ヒアリングプロテクタの実耳減衰の測定方法。アメリカ国家規格。ANSI/ASA S12.6-2016 (R2020); 2020.
59. Beach E, Williams W, Gilliver M. クラブに通う人のための聴覚保護具は、彼らの耳に音楽を奏でる。2010; 21(3):215-221.ヘルスプロモートJオーストラリア。
60. Bockstael A, Keppler H, Botteldooren D. 音楽家の耳栓：鑑賞と保護。ノイズ・ヘルス。2015; 17(77):198-208.
61. Portnuff CD. 音楽家のための聴覚保護具の装着、調剤、検証のためのベストプラクティス。AES International Conference on Music Induced Hearing Disorders, Audio Engineering Society; 2018.
62. Beach EF. What Plug? 音楽鑑賞のための高音質耳栓の選択。全米聴力保護協会。Spectrum. 2018; 35(2):12-16.
63. Neitzel R, Somers S, Seixas N. 実環境における聴覚保護具の減衰測定のばらつき。Ann Occup Hyg. 2006; 50(7):679-691.
64. 音響 - ヒアリングプロテクター - 第2部：ヒアリングプロテクター装着時の実効A特性音圧レベルの推定。ISO 4869-2:2018 (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4869:-2:ed-2:v1:en>, accessed 27 November 2021)。
65. 聴覚保護具 - 一般要求事項 - 第 2 部：耳栓。CEN 規格 EN 352-2:2020 (<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/7dab262d-722e-4744-8464-d36eda670068/en-352-2-2020>, accessed 27 November 2021)。本規格は、聴覚保護具の一般的な要求事項である。

66. 聴覚保護具の熱耳減衰を測定する方法。ANSI/ASA S12.6-2016 (R2020) (<https://webstore.ansi.org/Standards/ASA/ANSIAS122016R2020>, accessed 27 November 2021).
67. 音響 - ヒアリングプロテクタ。オーストラリア規格 規格カタログ。AS/NZS 1270-2002 (<https://www.standards.org.au/standards-catalogue/sa-snz/health/av-003/as-slash-nzs--1270-2002>, accessed 27 November 2021).を参照。
68. Diviani N, Chadha S, Arunda M O, Rubinelli, S. エンターテインメント施設におけるセーフリスニング対策に対する意識。若い会場利用者の国際的な調査からの結果。Int J Environ Res Public Health. 2021; 18(23):12860.
69. Suter AH. 非ガウス性騒音による職業性難聴。Semin Hear. 2017; 38(3):225-262.
70. Harding GW, Bohne BA. 騒音による有毛細胞消失と総曝露エネルギー：大規模データセットの分析。J Acoust Soc Am. 2004; 115(5 Pt 1):2207-2220.
71. Chadha S, Kamenov K. 娯楽施設における音響暴露の管理に関する規制。ベルギー、フランス、スイスのケーススタディ。Make Listening Safe. Laureyns M, Ollandini D, Fiori M, Horvilleur JL, Elmiger R (eds.). 世界保健機関；2019年12月。
72. Hill A, Mulder J, Burton J, Kok M, Lawrence M. ライブイベントにおける音圧レベルモニタリング、第3部 - 改善されたツールと手順。J. Audio Eng Soc. 2022; 70(1/2);73-82.
72. Hill A, Mulder J, Burton J, Kok M, Lawrence M. 非電離放射線および音響に関連するリスクに対する保護に関する連邦法への条例。スイス連邦評議会。2019 (<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2019/183/en>, accessed 27 November 2021).
73. Gilliver M, Beach EF, Williams W. 騒音と態度：若者の聴覚を守るための決断に与える影響。Int J Audiol. 2013; 52 サプル1:S26-S32.
74. Alnuman N, Ghnimat T. ヨルダンの若年層における騒音性難聴の認識と聴覚保護具の使用。Int J Environ Res Public Health. 2019; 16(16):2961.
75. Gopal KV, Champlin S, Phillips B. 若年成人におけるパーソナルリスニング機器に対する安全聴取意図行動の評価。Int J Environ Res Public Health. 2019; 16(17):3180.
76. Meinke DK, Martin WH. セーフリスニングを促進するためのヘルスコミュニケーション開発のための背景資料のレビュー。セーフリスニングを行う。Altieri E, Chadha S (eds.). 世界保健機関；2017年2月。
77. Diviani N, Zanini C, Amann J, Chadha S, Cieza A, Rubinelli S. 77. 意識、態度、および音楽誘発性難聴についての信念：セーフリスニングを促進するための健康コミュニケーション戦略の開発に向けて Patient Educ Couns. 2019; 102(8):1506-1512.

78. Rubinelli S, Diviani N, Zanini C. セーフリスニングデバイスにおける健康コミュニケーションアスペクトの開発：ポリシーブリーフのためのナラティブレビュー。Make Listening Safe. 世界保健機関；2018 年 2 月。

79. Mulder J, Hill A, Burton J, Kok M, Lawrence M, Shabalina E. エンターテインメントイベントにおける音圧レベルの測定、モニタリング、管理に関する教育と認定。オーディオエンジニアリング協会。2021.

80. Beach EF, Gilliver M. 聴く時間：音楽会場の常連客の多くは、低い音量を好む。Front Psychol. 2019; 10(607).

補足資料 1.

音楽会場の分類法

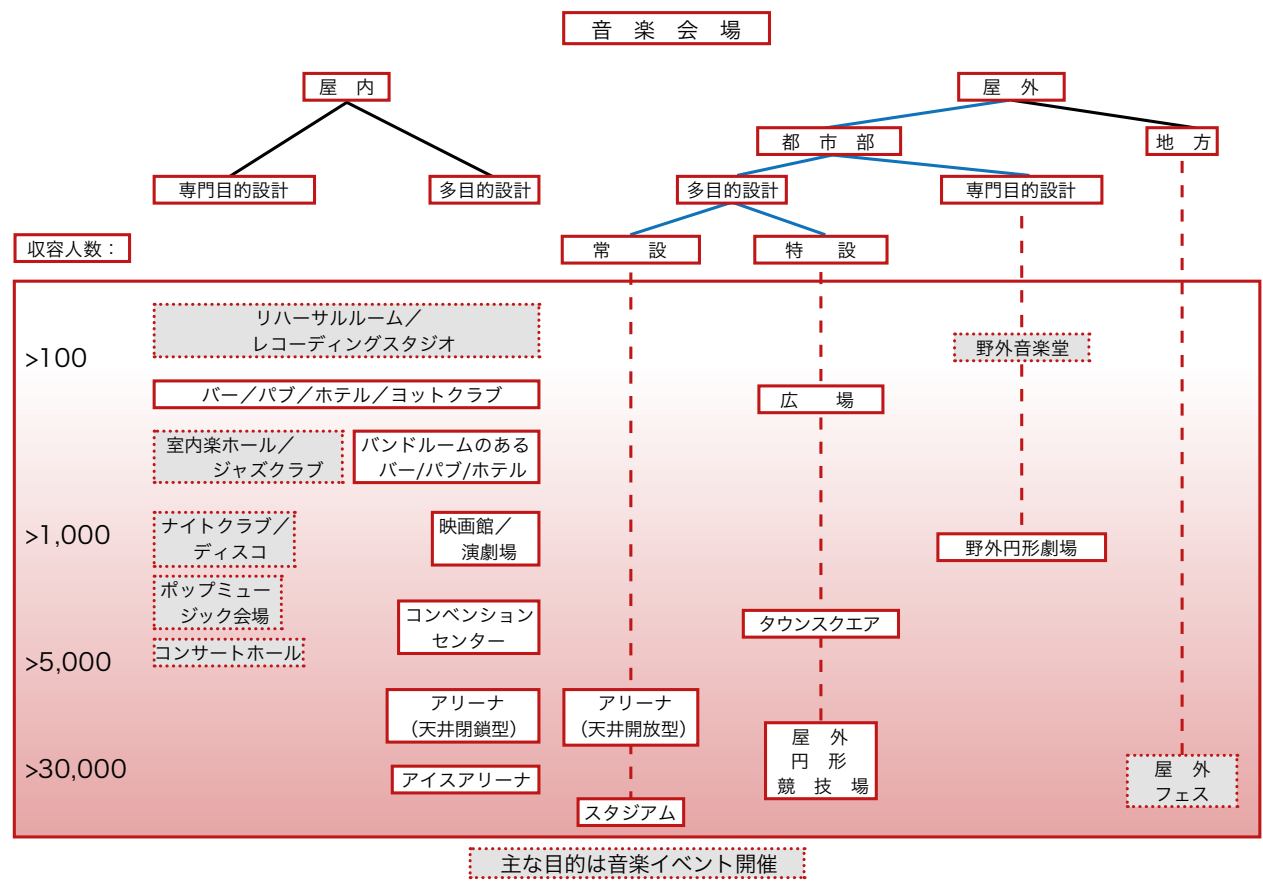
アンプリファイドミュージックを中心としたイベントは、さまざまな会場で開催されています。会場によって異なる主な点は以下の通りです（1）。

- 屋内と屋外の違い（それに伴う音響条件の違い）
- 会場が音楽専用に使われたものか、他の目的から転用されたものか
- 会場の主な機能が音楽か、それ以外の目的（スポーツなど）か
- 規模や来場者数（数万人から数十万人）。

以下の図 A1.1 の分類法は、アンプリファイドミュージックがある演奏、再生される会場のの主だった諸条件について説明しています。。

図A1.1:

音楽会場の分類法



参考資料

1. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues（音楽会場における音圧レベルの測定、監視、管理、文書化）。Make Listening Safe. World Health Organization; 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-level-measurement-management-and-documentation-in-music-venues.pdf?sfvrsn=69990849_5, accessed 17 December 2021)。

補足資料 2.

WHO騒音ガイドライン欧州地域版の騒音規制値への適用について

規格の要点1で定められた100dB LAeq, 15 minの音圧レベルの制限は、WHO環境騒音ガイドライン欧州地域版(1)の勧告に基づくものです。

- これ以上のレジャー騒音は健康への悪影響と関連しているため、すべてのレジャー騒音源を合わせた年間平均値を70dB LAeq, 24hに低減する
- 等エネルギーの原則は、他の時間平均に対する暴露制限を導き出すために使用することができ、規制プロセスにおいてより実用的である可能性がある
- 単一イベントやインパルスでの騒音暴露については、子供も大人もレジャー騒音による聴覚障害増加のリスクを抑えるための既存のガイドラインや法的規制を遵守する必要がある
- 予防的アプローチに従い、起こりうる健康影響を低減するために政策立案者は平均騒音や単発・インパルス騒音暴露のガイドライン値を超える暴露を防ぐための行動をとるべきである

これらのガイドラインから派生し、利用可能なすべての根拠となるレビューに基づき、WHO-ITUのセーフリスニングのためのパーソナルオーディオシステムの世界標準（3）は基準暴露として7日あたり1.6 Pa² h（パスカル平方時間）を推奨していますが、これは週40時間80dB（A）に相当します。

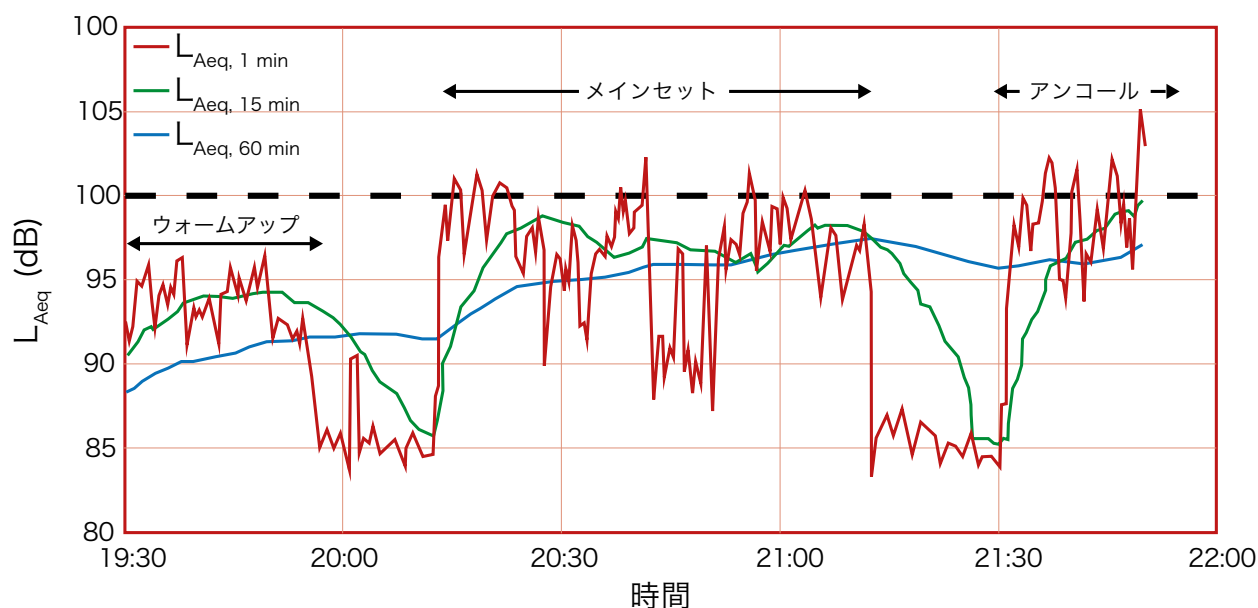
基準間の公平性を保つため、娯楽施設やイベントの音圧レベル制限はさらに週40時間80dB(A)の推奨値に等エネルギー原則を適用しています。これは、1ヶ月あたり約1時間45分の音圧レベルリミットを100dB(A)に換算しています。WHOとその共同センターが行った対象者の娯楽施設訪問に関する行動調査によると、回答者の大多数（65%）は平均して月に1回以下しか娯楽施設を訪れないことが分かっており（4）、ほとんどの人がこれらの会場で1～3時間を費やしています(4)。

これらの観察に基づき、100dB(A)のレベルは娯楽施設やイベントを平均して月に1回以下、1回の訪問で約2時間（またはそれ以下）訪れるほとんどの来場者の聴覚に害を与えない可能性が高いとされます。耳栓などの個人用聴覚保護具を使用することで、最低12dB(A)の減衰が得られます（コラム4参照）。これにより、その使用者のセーフリスニング時間を16倍にすることができます。したがって、100dB(A)の音圧レベルの制限と耳栓などの聴覚保護具の使用を組み合わせれば、より高い頻度で会場を訪れたり、より長く滞在したりする人たち（平均して週に6時間程度まで）をさらに保護することができるようになります。

平均化時間間隔の選択

図 A2.1 は異なる平均化時間間隔（1分、5分、60分）を使用した場合、時間平均したA特性の音圧レベル LAeq が、典型的なライブミュージックイベントの経過とともにどのように変化するかを示しています。

図A2.1:
時間平均・A特性音圧レベルの推移：音楽ライブの例



バンドのライブ演奏中の音圧レベルのモニタリングとコントロールの基礎として、1分間の平均化時間間隔 (LAeq, 1 min) を使用するのには問題があります。LAeq, 1 min の値は、バンドの演奏中に10dB以上変動し、曲と曲の間に来場者が拍手することで音圧レベルが急上昇します。このような一瞬の音圧レベルの変化に応じて、ハウスエンジニアがサウンドシステムの出力を継続的に調整することは現実的ではありませんし適切でもないでしょう。

いくつかの国で騒音規制の基礎となっている60分の平均化時間間隔 (LAeq, 60 min) の使用も、実際には問題がある場合があります (5, 6)。平均化時間が長いため、LAeq, 60minはバンドの演奏中に徐々にしか上昇せず、安定した値にならない傾向があります。同様にバンドのセットが終わった後のLAeq, 60 minの低下も遅く、次のアーティストがステージに登場するとき (通常20～30分程度の休憩後)、LAeq, 60 minの値は前のアーティストのパフォーマンスの影響を受けたままであることを意味しています。各バンドが自分のハウスエンジニアを使う場合、ハウスエンジニアは前任者の決定や行動によって自由が制限されることになり、摩擦が生じる可能性があります (各セットの開始前に測定システムをリセットしない限り、音圧レベルの測定に不連続性が生じることになります)。

このWHOグローバルスタンダードで推奨されている15分の平均化時間間隔 (LAeq, 15 min) の使用は、現実的な選択であることを表しています。これはバンド演奏の自然なダイナミクス (強度の高低) をバンドセット内で維持するのに十分な長さであると同時に、ハウスエンジニアが効果的かつ独立して幕間の音圧レベルをコントロールするのに必要な情報をタイムリーに提供するのに十分な短さです。

参考資料

1. ヨーロッパ地域のための環境騒音ガイドライン。世界保健機関; 2018 (<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>, accessed 29 November 2021).
2. Neitzel RL, Fligor BJ. レクリエーション用音響による騒音性難聴のリスク：レビューと提言。J Acoust Soc Am. 2019; 146(5):39113-921.
3. セーフリスニング機器とシステム：WHO-ITU基準。ジュネーブ。World Health Organization and International Telecommunication Union, 2019 (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/280085/9789241515276-eng.pdf>, accessed 29 November 2021)。
4. Diviani N, Zanini C, Amann J, Chadha S, Cieza A, Rubinelli S. 音楽性難聴に関する意識、態度、信念：セーフリスニングを促進するための健康コミュニケーション戦略の開発に向けて。Patient Educ Couns. 2019; 102(8):1506-1512.
5. Beach EF, Cowan R, Mulder J, O'Brien I. コンサート会場における聴覚障害のリスク軽減のための規制。Bull World Health Organ. 2020; 98(5):367-369.
6. Beach EF, Mulder J, O'Brien I, Cowan R. 娯楽施設内における客の聴覚保護を目的とした法律と規制の概要。Eur J Public Health. 2020; 31(1):227-233.

補足資料 3.

ライブサウンドのスペクトルと騒音測定の種類

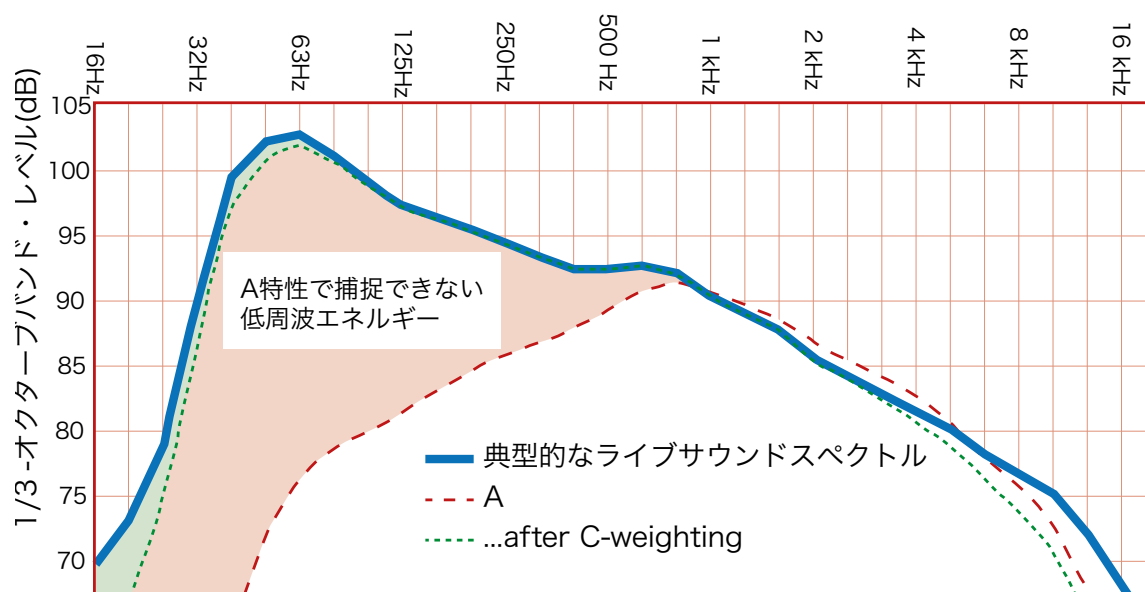
A特性とライブサウンドのスペクトラム

A特性は、音圧レベルの測定に最も広く用いられている周波数重み付けです。騒音性難聴の確立されたリスク基準はA特性暴露限界値に基づいています。このため騒音レベルの制限値はA特性で規定されています。

A特性の限界は、アンプリファイドミュージックに存在する音のエネルギー全体を捉えることができないこと、また、人間の聴覚システムが強い音にどう応答するかを反映しないことです。ポップス、ロック、ジャズなどのコンサート会場での長期的な音圧レベルロギングにより、増幅されたライブサウンドに顕著な低周波（ベース）エネルギーが存在することが明らかになりました。

図 A3.1 に見られるように、A特性を適用するとこの低周波領域は大幅にダウンウェイトされるため、全体の音圧レベルにはほとんど寄与しません。したがってA特性による測定は、来場者がさらされる低周波音エネルギーのレベルについてはあまり情報を提供しないこととなります。

図A3.1:
A特性音圧レベル測定による低周波寄与の不一致



別の周波数重み付けであるC特性は低周波に重きを置き、人間が高い音圧レベルの音を知覚する方法に近いものです。図 A3.1 に見られるように、A特性とは異なり、C特性は全音声帯域（20-20000Hz）に渡ってライブサウンドのエネルギーを捉えることができます。

幸いなことに、低周波音の外耳や中耳への伝達の中周波音（250-4000Hz）に比べてはるかに効率が悪く（2）、そのため低周波音への暴露は聴覚への害が少ないと広く考えられています。しかし強い低周波音への暴露が聴覚障害を引き起こさないということはまだ証明されていません(3)。

強烈な低周波暴露がもたらす潜在的なリスクを認識し、フランスをはじめとするいくつかのヨーロッパ諸国で策定されたセーフリスニングに関する規制には、C特性に基づく時間平均の音圧レベル制限が追加され、それはLCeqとして表現されています（4）。

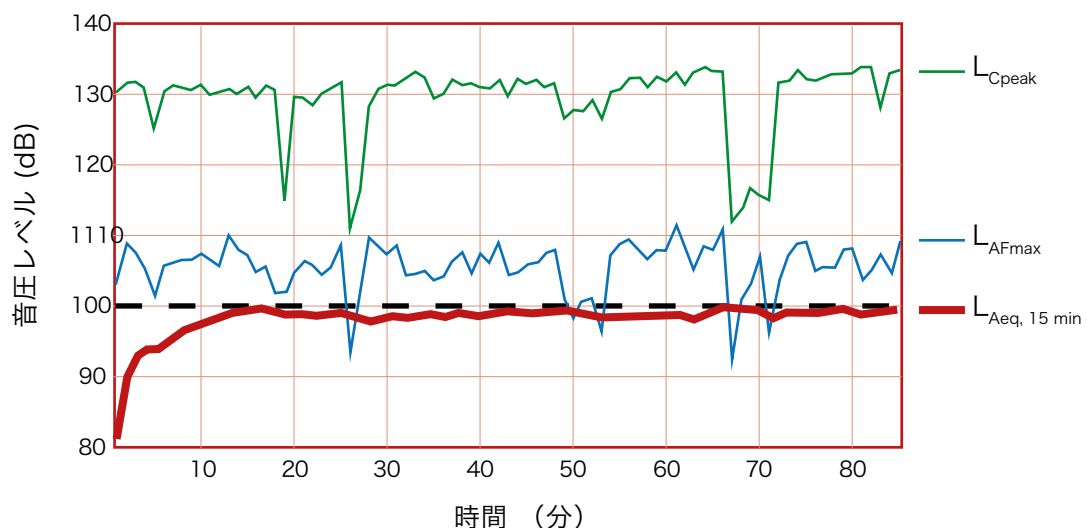
セーフリスニングのための会場やイベントに関するWHOグローバルスタンダードでは、以下の理由からC特性加重音圧レベルの制限を設けていません。

- 低周波の強い音への暴露が人間の聴覚に及ぼすリスクを明らかにするためにはさらなる研究が必要であるため
- 現在特定のC特性加重音圧レベル制限の根拠となる明確な証拠がないため
- 低周波音レベルの信頼性の高い測定は特に小規模な屋内会場では難しい場合があるため

さまざまな種類の騒音測定

図A3.2は、ドイツの野外フェスティバルのプロフェッショナルなパフォーマンスで収集された音圧レベルデータです。

図A3.2:
パフォーマンス中のさまざまな種類の音圧レベル測定



図には異なるタイプの音響測定に対応する3つの別々のトレースがプロットされています。

- 1) $L_{Aeq, 15min}$ - これは 15 分の平均時間間隔を持つA特性等価連続音圧で、本規格の音圧レベルリミットを定義するために使用されるのと同じタイプの測定値である。音圧レベルは常に 100dB $L_{Aeq, 15min}$ 未満を維持している（この特定のイベントで実施された制限値）（1）。

- 2) LAFmax - A特性と「速い」時間重み付け（指数時定数125ミリ秒）を使用した時間荷重をかけた最大音圧レベル。LAFmaxレベルはLAeqよりもはるかに変動が大きく、定期的に110dB LAFmaxに接近する。
- 3) LCpeak - 時間的な重み付けや平均化をしない、瞬間的なピーク音圧レベル。ピーク音圧レベルは通常C特性周波数重み付けで測定される。曲間のギャップを除けばピーク音レベルは通常130dB LCpeakを超える（2）。

この例は異なる種類の音圧レベルをデシベルで測定しても、直接比較することはできないことを示しています。音圧レベルを測定、報告、解釈する際には、周波数や時間の重み付けを含め、対象となる測定の種類を正確に特定することが重要です。

サウンドリミッターの設定

サウンドシステムが原理的に140dB LCpeakを超えるピークレベルを発生させることができる場合、システムからの出力は140dB LCpeakを超えるピークレベルを防ぐために、即効性のある電子リミッターでコントロールする必要があります。通常、サウンドリミッターの動作はピークレベルが客席の最も露出した場所で140dB LCpeakを超えないよう事前に（音響システムの試運転時やサウンドチェック時などに）設定されます。一度適切に設定すればリミッターは信頼できるフェイルセーフの最後の手段となります。ピークサウンドレベルのリアルタイムモニタリングは必要ありません。ピークサウンドレベルのコントロールは、A特性サウンドレベルの継続的なモニタリングの必要性とは別にシステム設計上の課題として考えられています。

- (1) 100dB LAeq, 15 minという制限値を守っていたとしても、約90分間の公演で受けた音圧は、職業騒音規制における一日の許容音圧の約600%に相当することに注意が必要
- (2) 測定用マイクはすべてFOHミキシングデスクに設置されているため、最前列の来場者は表示よりもかなり高いピーク音レベルにさらされることに注意

リミッターの目的は音圧レベルが高くなりすぎた場合に音楽を停止させたり消したりすることではなく、突然の極端なピークから保護するためにサウンドシステムを通して再生されるレベルに上限を設定することです。

参考資料

1. Støfringsdal B. コンサート会場でのアンプリファイドミュージックに対する期待される音圧レベル。 Auditorium Acoustics. Hamburg, Germany; 2018.
2. Ruggero MA, Temchin AN. 聴覚の帯域を決定する外耳、中耳、内耳の役割。 Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2002; 99(20): 13206-13210.
3. Wiggins IM, Liston K. エンターテインメント施設におけるセーフリスニングのための音響分布：レビュー。 Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (<https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing->

loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?

sfvrsn=c16f7a38_5, accessed 17 December 2021).この文書は、聴覚障害者のための安全な音楽鑑賞のための配音について述べたものです。

4. フランス共和国。増幅された騒音や音に関連するリスクの防止に関する2017年8月7日付政令第2017-1244号。Légifrance; 2017.

5. ライブイベントの騒音規制が音響工学の実務に与える影響に関するケーススタディー、Institute of Acoustics; 2002.

6. 国際電気標準会議. IEC 61672-1:2013 電気音響学. サウンドレベルメータ - 第 1 部 : 仕様; 2013.

7. 国際電気標準会議. IEC 61672-3:2013 電気音響. サウンドレベルメータ - 定期試験; 2013.

補足資料 4.

キャリブレーションの重要性

サウンドレベルメータ、特に測定用マイクロホンは、取り扱いを誤ると簡単に破損してしまうデリケートな機器です。また十分に機能している機器であっても、温度や湿度などの環境条件の変化には敏感です。多くの会場では、物理的な衝撃や温度・湿度の変化など精密測定機器にとって過酷な環境下に置かれることがあります。

品質や価格にかかわらず、サウンドレベルメーターが正確な測定値を出しているかどうかを知る唯一の方法は、指定音圧レベル（校正値）圧レベルを与え、それが正しいレベルを示しているかどうかを確認することです(1)。必要であれば正しい値を示すようメーターの感度を微調整することもできます。この作業は校正と呼ばれます。音圧レベル測定国際規格では、通常サウンドレベルメーターの校正は一連の測定の直前と直後に検証されることが要求されています（2）。

画像提供：Marcel Kok,dBControl



音響校正器は周波数と音圧レベル（SPL）が指定音圧レベル（校正値）（通常は94dB SPLまたは114dB SPLの1kHz音）を発生させる小型の電池式装置で校正を確認することができます。

測定用マイクロホンを校正器に挿入し、サウンドレベルメータに表示される読み取り値が許容誤差（例： $\pm 0.2\text{dB}$ ）内で想定される音圧レベルと一致しているかどうかを確認します。イベントの前後に定期的に校正を行うことは、測定機器の損傷や時間の経過に伴う測定値の原因不明の変動を監視するための最良の方法です。そのような問題があれば速やかに調査し、原因を究明する必要があります。



イベントの前後には必ず校正を行い、結果を記録し、連続した校正の間に $\pm 0.2\text{dB}$ 以上の変動が生じた場合にはその原因を調査することにより、最高レベルの精度を確保することができます。0.2dB以上の変動が発生した場合は、その原因を調査します。しかし、より緩やかな校正スケジュール（例えば毎週または毎月の校正チェック、公差は $\pm 1\text{dB}$ ）でも、会場での長期的な音圧監視には十分であると考えられるでしょう。

校正器は正しい音圧レベルを生成していることを確認するために、時々チェックする必要があります。これは通常、校正器を認可された研究所に送り、専門機器を用いて校正してもらうことで実現します。

参考資料

1. Mulder J, McGinnity S. 音楽会場での音圧レベル測定、モニタリング、管理、文書化 Make Listening Safe. World Health Organization; May 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-level-measurement-management-and-documentation-in-music-venues.pdf?sfvrsn=69990849_5, accessed 29 November 2021).
2. ISO 1996-2:2017 音響学-環境騒音の記述, 測定及び評価-第2部: 音圧レベルの測定. 国際標準化機構; 2017.

補足資料 5.

音圧レベル測定場所

基準測定位置の決定

音圧レベルの制限値は基準測定位置で適用されますが、これは会場やイベントごとに事前に決定する必要があります。基準測定位置の決定には、さまざまなアプローチが可能です。来場者の聴覚を最も保護できるのは、来場者席の中でサウンドレベルが最も高くなる場所（通常はメインスピーカーの真正面）を基準測定位置とすることです。これにより来場者がどこに座っていようと立っていようと、すべての来場者が制限値より高い音圧レベルに晒されないことが保証されます。しかしこの方法は小規模な会場やハイエンドのサウンドシステムに投資する余裕のない会場では実行できないかもしれません。

別の方法として、来場者の大半がさらされる音量を代表する位置を基準測定位置とする方法があります（ステージやスピーカーの近くに立つことを選択した人はより高い音量を経験する可能性があることを受け入れます）。このため基準測定位置は「コアオーディエンスエリア」の中央とすることが適切です。コアオーディエンスエリアとは通常、音楽に積極的に参加する来場者が占有する主要なエリア（例えばステージ前のエリアやメインダンスフロア）です。これは最前列から通常来場者が占有するエリアの後方まで（二階席のある会場では、最前列から二階席の前端まで）広がっています。以下のセクションに含まれる測定位置の想定例は、このアプローチの適用を前提としています。

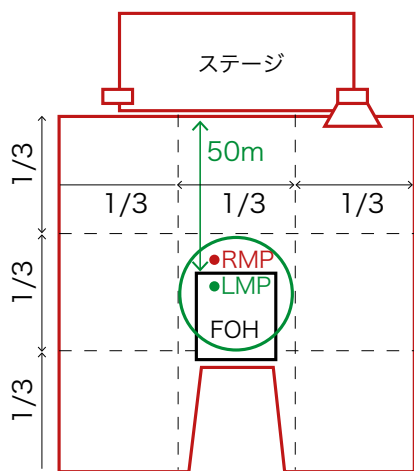
代替の長期測定ポジションの使用

基準測定位置で直接音圧レベルを測定することは現実的でないことが多と言えます。そのような場合は別の場所（「長期測定位置」）で音圧レベルを測定し、必要に応じて測定値に補正を加える必要があります。長期測定位置が以下の場合には補正は必要ありません。

- i) コアオーディエンスエリアの中央1/3の幅と奥行きに相当する範囲
- ii) 客席の最前列から70メートル以内

これはオランダ政府のために実施された研究によって得られた証拠によるものです(1)。このエビデンスによると、種類や規模の異なるさまざまな会場において、この中心領域内の音圧レベルは通常、基準測定位置の音圧レベルから $\pm 1.5\text{dB(A)}$ 以内の範囲で逸脱することが分かっています。長期的な測定位置がコアオーディエンスエリアの中心付近の規定範囲外にある場合、補足資料6に記載された手順に従って補正を決定する必要があります。図 A5.1、A5.2 及び A5.3 は、適切な測定位置を持つ可能な状況を説明しています。

図A5.1:
想定例A



● RMP=基準測定位置

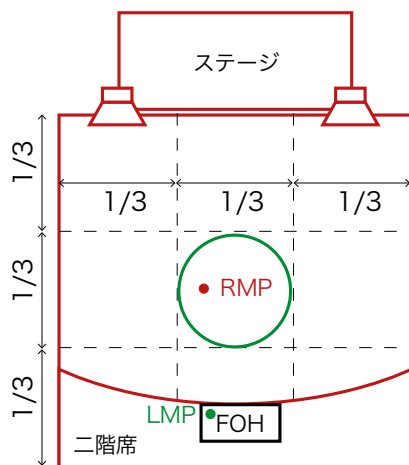
● LMP=長期測定位置

□ = コアオーディエンスエリア

想定例Aでは、野外フェスティバルのステージを想定しています。基準となる測定位置は来場者席の中心で、観衆の中に入っています。ここに測定用マイクロホンを設置することは現実的ではないため、代わりにFOHミキシングデスク（長期測定位置）でサウンドレベルを測定しています。

FOHの長期測定位置は、コアオーディエンスエリア（幅と奥行きの両方）の中央 1/3 に位置し、来場者席の最前列から70m未満の距離にあります。したがって、長期測定位置で測定された音圧レベルは、基準測定位置で発生する音圧レベルを代表していると考えられるため補正は必要ありません。

図A5.2:
想定例B



● RMP=基準測定位置

● LMP=長期測定位置

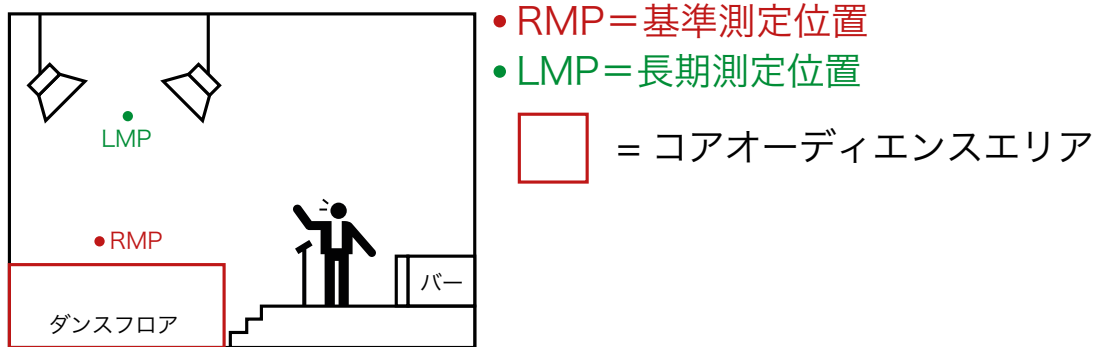
□ = コアオーディエンスエリア

想定例Bでは屋内のコンサート会場を想定しています。会場の後方には二階席があり、FOHミキシングデスクは二階席の前方、ステージを見下ろす位置に設置されています。

コアオーディエンスエリアはメインフロアの来場者席最前列と二階席前端との間のエリアをカバーします。基準測定位置はコアオーディエンスエリアの中心です。

実用上の理由から、長期測定位置は再びFOHを用います。この会場では長期測定位置は基準測定位置の周辺にある所定のエリア内にありません。したがって基準測定位置で発生する音圧レベルを推定するために、FOHで測定された音圧レベルに補正を適用しなければなりません（補足資料6参照）。

図A5.3:
想定例C



想定例Cではダンスフロアが落ち込んでいるナイトクラブを想定しています。サウンドシステムは天井から吊るされたスピーカーで構成され、音の均一な分配を実現し、スピーカーに人が近づきすぎないように配慮されています。

この想定例では、会場にステージはなく、コアオーディエンスエリアはメインダンスフロアに相当します。基準測定位置はダンスフロア中央の来場者の頭の高さです。

測定用マイクロホンが破損しないように、測定用マイクロホンはダンスフロアの上の天井から吊り下げられています。長期測定位置は高い位置にあり、スピーカーはダンスフロアに向かって下向きに設置されているため、長期測定位置では基準測定位置と比較して音圧が異なる可能性があり、そのため補正が必要となります（補足資料6参照）。

音圧レベルの測定値を補正して表示

補正が必要な場合は、責任者に表示される音圧レベルが基準測定位置での音圧レベルと直接一致するように自動的に適用される必要があります。

これができない場合、音圧レベルリミットを補正量と同じだけ調整する方法があります。例えば、必要な補正が+5dB(A)で、補正前の音圧レベルが表示されている場合、責任者は95dB LAeq, 15minの実効音圧レベルリミットを実現するよう作業を行う必要があります。このような場合、有効な音圧レベルリミットを音圧レベル表示の横に目立つように表示する必要があります。

参考資料

1. オランダにおける騒音規制のための測定プロトコル 2019 (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/03/20/meetprotocol-convenant-geluid-nederland-2019>, accessed 17 December 2021).

補足資料 6.

音響測定に必要な補正を決定する手順

長期測定位置が基準測定位置と異なる場合（補足資料5参照）、必要な補正は以下のように求めることができます。

この作業は、会場が無人で周囲の音圧レベルが十分に低く、測定に支障のない時間帯に実施する必要があります。

すべての測定は少なくとも30秒間の継続時間で行う必要があります。

- i) 基準測定位置に測定用マイクロホン又は自記式サウンドレベルメータを設置する
- ii) 適切な試験信号を適度な音量でサウンドシステムから再生する（バリエーションAまたはバリエーションBのいずれに従うかによる-下記参照）
- iii) 基準測定位置における時間平均音圧レベルの測定を行う（ $L_{eq, ref}$ ）
- iv) 測定用マイクロホン又はマイクロホン内蔵型サウンドレベルメータを長期測定位置に移動させる
- v) サウンドシステムを再起動し、あるいは引き続きテスト信号を再生し、信号源におけるレベルがいかなる形でも変化していないことを確認する
- vi) 長期測定位置における音圧レベルの測定を行う（ $L_{eq, long\ term}$ ）
- vii) 基準測定位置と長期測定位置との音圧の差（ $L_{eq, ref} - L_{eq, long-term}$ ）として必要な補正値を算出する

この方法には2つのバリエーションがあります。

1. バリエーションA -周波数別方法（推奨）

- この方法では必要な補正量（ $L_{eq, ref} - L_{eq, long-term}$ ）を周波数帯ごとに個別に算出する
- 計算はオクターブバンドまたは1/3オクターブバンドで行い、中心周波数は最低でも63Hzから16kHzの範囲にする
- 周波数帯域別レベルは、線形周波数重み付けで測定すること
- バリエーションAを使用する場合の推奨試験信号は広帯域ピンクノイズ
- この方法はサウンドレベルメータが周波数帯域ごとに自動的に補正をかける機能を備えている場合にのみ適している
- この方法の利点は、サウンドシステムで再生される音の周波数スペクトルの変化を継続的に反映させることができる点である

2. バリエーションB-ブロードバンド方式

- この方法では必要な補正量 ($L_{eq, ref} - L_{eq, long-term}$) を単一の広帯域な値として算出することができる
- 基準測定位置と長期測定位置の音圧レベルは広帯域、A特性レベルとして測定すること
- バリエーションBを使用する場合の推奨テスト信号は実際の音楽素材に近い周波数スペクトルを持つ広帯域ブラウンノイズ

この方法の限界（バリエーションAとBに共通）は、ライブパフォーマンス中に発生しうるステージから客席への音漏れを考慮せず、サウンドシステムで発生する音圧レベルのみを補正することです。

補足資料 7.

アンプリファイドミュージックと音響処理に適した残響時間

アンプリファイドミュージックに適した残響時間(1)

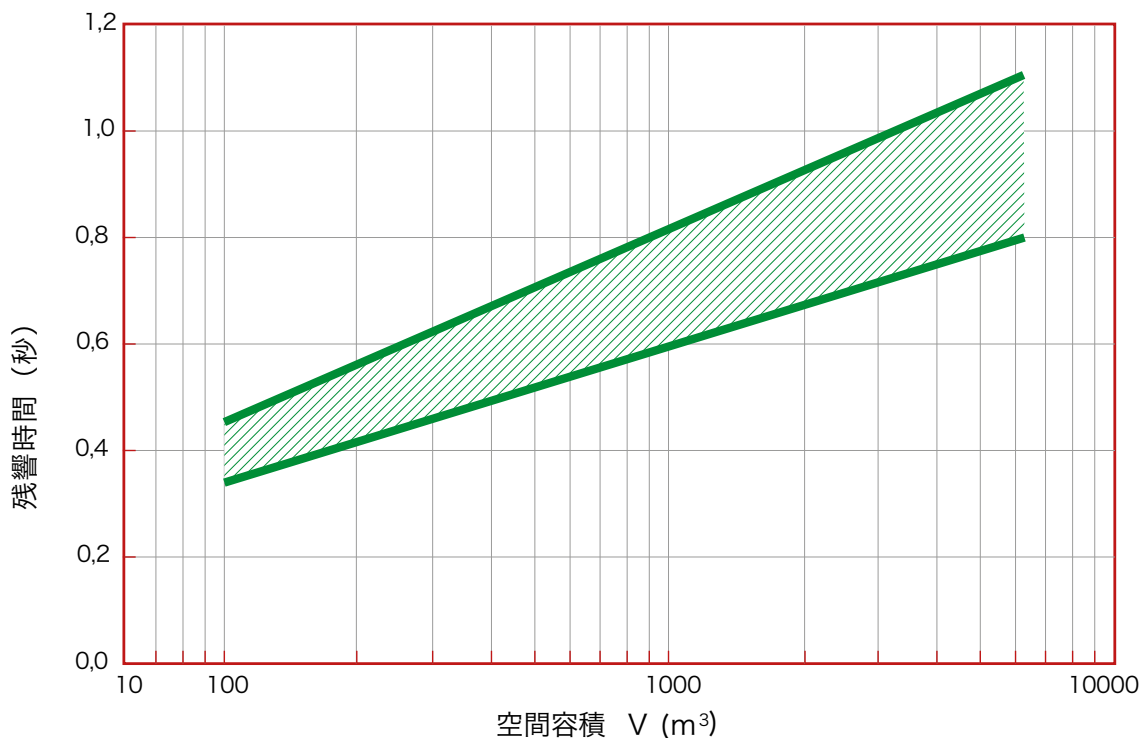
アンプリファイドミュージックは一般的に室内の残響が十分に減衰している会場、つまり「ドライ」な音響特性を持つ会場で最も良い結果が得られます。同時に、音響的に「デッド」な会場はミュージシャンにとって不満足な状況になりがちなので、会場では残響時間を過度に短くすることを目指すべきではありません。つまりバランスが必要なのです。

Niels Werner Adelman-Larsenが行った広範な研究を基に、彼の著書『ロックとポップスの会場：音響と建築デザイン』（2）にまとめられているノルウェーの規格NS 8178：2014では、アンプリファイドミュージックのためのパフォーマンスホールの残響時間（RT60）の設定目標が推奨されています（3）。

中周波の推奨残響時間は、部屋の容積の関数として示されています。これらは家具が設置されているものの人がいない会場で測定された残響時間に関連するものです。許容可能な残響時間の上限と下限が示されており、以下の図A7.1の斜線領域で示されています。

図A7.1:

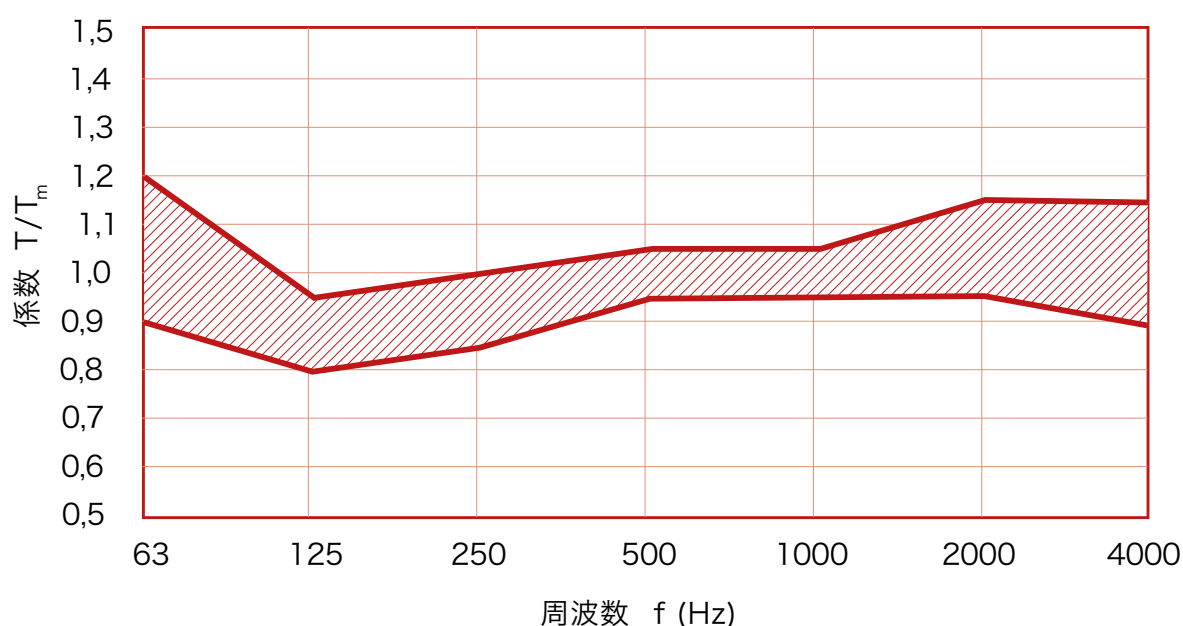
アンプリファイドミュージックの会場での推奨中周波残響時間*（部屋の大きさに依存）



* 500Hzと1kHzのオクターブバンドにおけるRT60の平均値

アンプリファイドミュージックを演奏する会場での良好な音質は、全体の残響レベルが適切にコントロールされていることだけでなく、すべての周波数帯域で残響時間が適度に等しいことに依存します。125Hzのオクターブバンドにおける残響のコントロールは、ハウスエンジニアがクリアでコントロールされたミックスを実現するために特に重要です(4)。そこでノルウェーの規格NS 8178:2014では、63Hzから4kHzまでのオクターブバンドにおけるRT60の推奨公差を、各オクターブバンドのRT60と中間周波数のRT60（500Hzと1kHzのオクターブバンドにおける平均RT60-図A7.2参照）(3)の比率として表現しています。

図A7.2:
アンプリファイドミュージック用の会場における、異なるオクターブバンドでの残響時間*の推奨公差



* Tは中周波の残響時間Tm（500Hzと1kHzのオクターブ帯域の平均RT60）に対する比率で表される。

これらの推奨事項は、ロックやポップスのコンサートやクラブナイトのようなアンプリファイドミュージックのイベントを開催することに特化した会場に適用されます。一般的にアコースティック音楽（オーケストラや合唱など）にはより長い残響時間が必要とされるため、増幅と非増幅の両方のイベントを開催する多目的施設では、音響特性を変化させるオプションを検討することが推奨されます。例えば開閉式のカーテンや吸音面と反射面のどちらにも対応できる回転式のパネルなどを設備することで、特定のイベントのニーズに合わせて音響を調整することが可能です。

会場の音響処理

会場の音響は新しい素材や表面仕上げを導入することで変更することができます。音響処理には様々な種類があり、異なる目的を実現するために設計されています。

吸音材

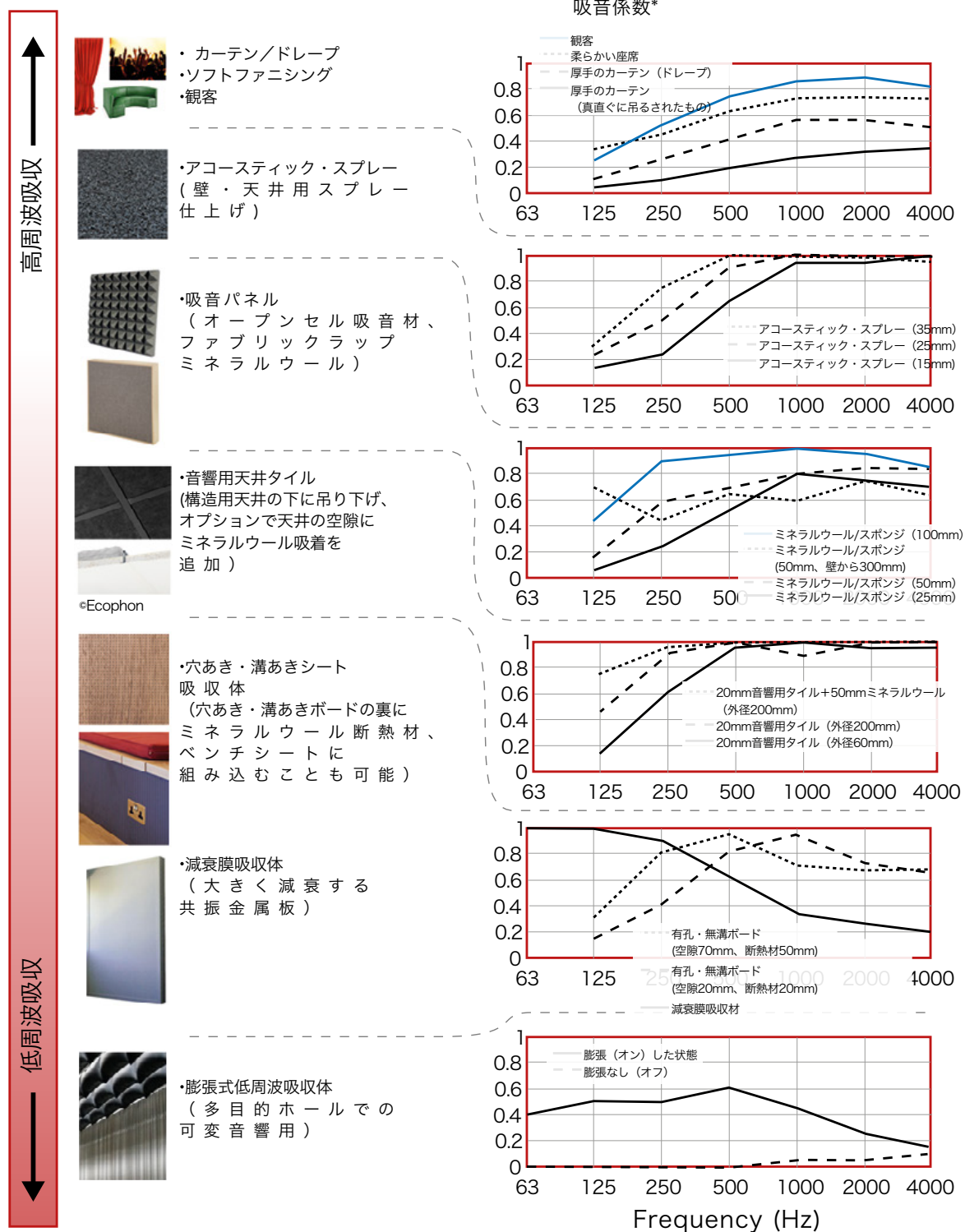
吸音材は、音波が空衝突したときにその音エネルギーを除去するものです。吸音材は主に室内残響の抑制や表面反射音の強さを低減するために使用されます。

周波数帯域ごとに吸音するためにはさまざまなアプローチが必要です。柔らかい素材、例えばソフトファニッシング、カーテン、ドレープ、そしてミネラルウールのような素材でできた専用の音響パネルなどは、中高音域を自然に吸音することができます。低周波の吸音はより難しく、より厚い吸音材や減衰共鳴システムを使用する必要があります。これらの例としてはヘルムホルツや膜共鳴型アブソーバー、膨張型アブソーバーなどがあります。図A7.3は、上記のような様々な物体の吸音特性を視覚的に表したものです。

場合によっては会場の空きスペースを減らすことなく低周波吸収を取り入れることができるかもしれません。例えば

- バルコニー（ペリメーター）席のある会場では、ベンチの下の容積を共振吸収体として活用することができる
- 吊り天井も構造天井から30cm以上下に取り付け、天井の空隙内のタイルの上に吸音材（ミネラルウールなど）の層を重ねれば、効果的に低周波を吸収することができる

図A7.3:
さまざまな物体の吸収
音の拡散



上記の画像例提供：Stil Acoustics, t.akustic, Ecophon, RPG Acoustical Systems, and Flex Acoustics. Niels W Alderman-Larsenが開発し、特許を取得したFlex Acoustics社の膨張式吸収体

音響拡散器は音を様々な方向に反射するように設計された表面または物体です。音の拡散は音のエネルギーをできるだけ均等に広げるため、または問題のある反射音に対処するために使用されます。これには以下のようなものを使用します。

●凸面反射面



画像提供：RPGアコースティック
システムズ

●深さ方向のプロファイルが変化するサーフェス



●吸収・反射面をパッチワーク状に配置したもの



安全性

会場に音響処理を施す場合、すべての材料が適切な耐火性/難燃性基準を満たし、発がん性または毒性のある繊維状粒子が空気中に放出されないことを確認することが重要です。

参考資料

1. Wiggins IM, Liston K. Entertainment venuesにおけるセーフリスニングのための音響分布：レビュー。Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, accessed 29 November 2021).この文書は、世界保健機関（WHO）が作成したものである。
2. Adelman-Larsen NW. ロックとポップの会場：音響と建築デザイン。ベルリン、ドイツ。Springer; 2014.
3. Rindell, JH. 音楽リハーサルと演奏のための部屋の音響に関する新しいノルウェーの基準。フォーラム・アコウシクム。2014 (https://www.odeon.dk/pdf/RehearsalRooms_ForumAcusticum2014_Rindel.pdf, accessed 17 December 2021).
4. Adelman-Larsen NW, Thompson ER. ポップスやロックの会場における低音の明瞭度の重要性。J Acoust Soc Amer.2008; 123:3090.

補足資料 8.

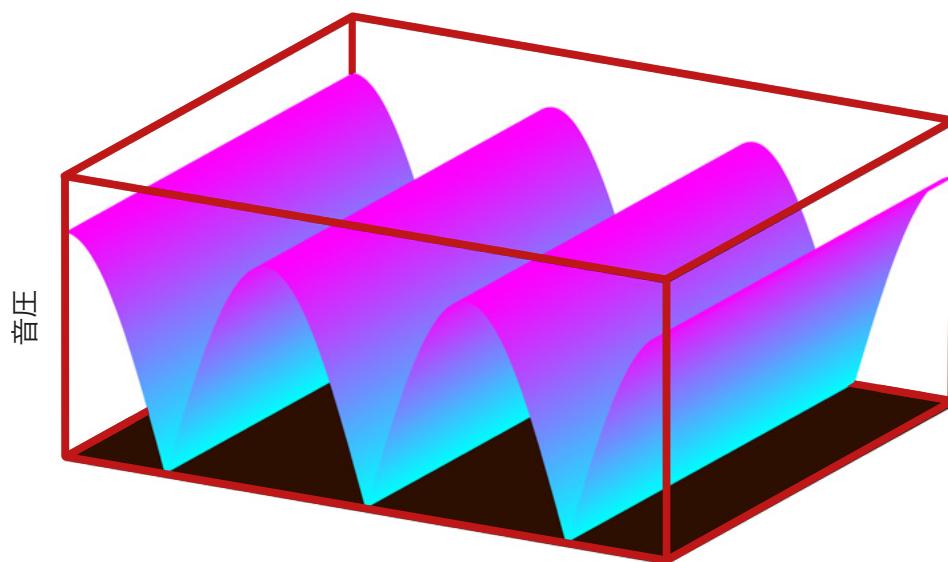
低周波音響の問題

A特性曲線は低周波に対して相対的に鈍感であるため、低周波の音響的な問題はA特性音圧レベルに直接的にはあまり影響を及ぼしません（補足資料3参照）。しかし低周波領域、特に125Hzのオクターブバンドの音響コントロールが良好であることは、アンプリファイドミュージックの音質にとって重要です(1)。これはマスキングの上方拡散(2)と呼ばれる現象によるもので、低い周波数の音は高い周波数の音を聞き取る能力に、その逆よりも顕著な影響を与えるというものです。ハウスエンジニアがコントロール可能な音圧レベルでクリアでインパクトのあるミックスを実現するためには、会場の低周波音響の問題を解決することが重要です。

容積が 1000m³程度以下の小さな屋内会場では、定在波が低周波の問題の原因となることがあります(3-6)。

定在波(7)は、部屋の対向する表面間の音の移動距離が半波長の正確な倍数である周波数で発生します。この周波数では、表面間で跳ね返る音が系統的な建設的・破壊的干渉を受け、「定在波」パターンが形成されます。その結果、図A8.1に示すように、部屋全体に高い音圧と低い音圧の領域が交互に現れることになります。

図A8.1:
定在波のイメージ図



小さな会場内を移動したときに低周波（ベース）レスポンスが非常に不均一であったり、「ブーミー」であると感じられる場合、これは定在波の問題を示している可能性があります。一般的にはより多くの低域吸音材を導入する必要があります（補足資料7参照）。

中・大型の会場では、一般的に定在波は問題になりません。これらの会場では、多くの定在波がある周波数で重なり揺らぎが平均化され、より空間的に均一な音場が得られます。

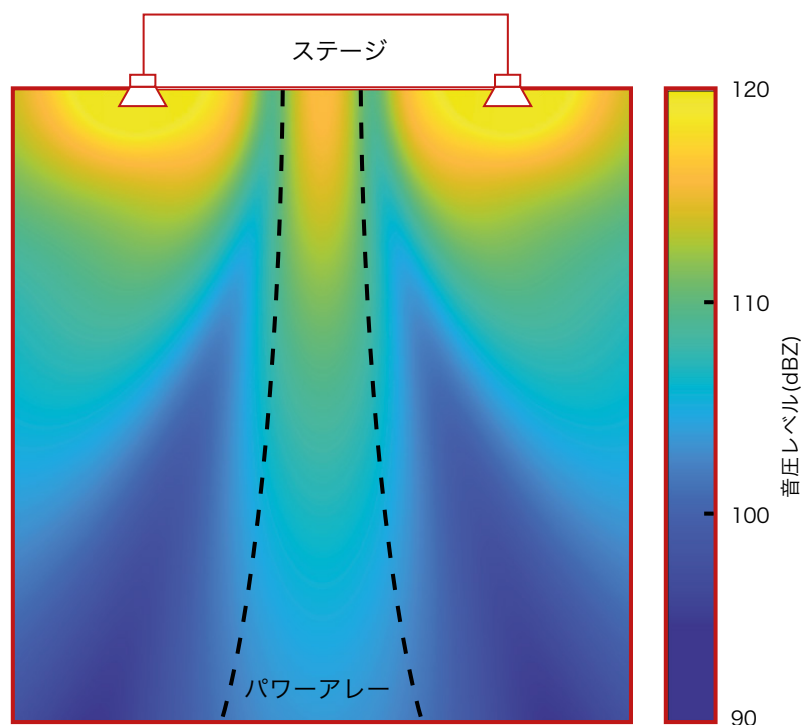
干渉縞（コヒーレント干渉）と "パワーアレー" 効果 (7)

屋内外のあらゆる規模の会場で発生する可能性がある低周波の問題は、1つまたは複数のスピーカーからの直接音と反射音の干渉縞によって発生します。

例えば、左右に間隔をあけてサブウーファーを配置した一般的なケースでは、スピーカー間の干渉縞により低周波の音エネルギーが増加したチャンネルが客席エリアの中央を走ることになります（俗に「パワーアレー」と呼ばれる）。来場者は、パワーアレーの内側に立っているか外側に立っているかによって、低域と高域のバランスが大きく異なることを経験するかもしれません（図A8.2参照）。

スピーカー間の干渉縞を低減するために、物理的および電子的なアプローチをとることができます（8）。

図A8.2:
低周波の "パワーアレー" 効果のイメージ図



参考資料

1. Adelman-Larsen NW, Thompson ER. ポップスやロックの会場における低音の明瞭度の重要性。J Acoust Soc Amer.2008; 123:3090.
2. Wegel RL, Lane CE. ある純音による別の純音の聴覚的マスクングとその内耳の力学との関係の可能性。1924; 23(2):266-285
3. Adelman-Larsen NW. ロックとポップスの会場：音響と建築デザイン。ベルリン、ドイツ。Springer; 2014.
4. Adelman-Larsen NW, Thompson ER, Gade AC. ロックやポップスのためのホールの適切な残響時間。J Acoust Soc Am. 2010; 127:247-255.
5. Adelman-Larsen NW, Gade AC, Thompson ER. フレキシブルな低音吸収体。AESコンベンションペーパーフォーラム。AES コンベンション 123. オーディオエンジニアリング協会。ウィーン、オーストリア; 2007.
6. Everest FA, Pohlmann KC. マスターハンドブックオブアコースティックス、第6版。マグローヒル・エデュケーション-ヨーロッパ; 2015.
7. Wiggins IM, Liston K. エンターテインメント施設におけるセーフリスニングのための音響分布：レビュー。Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, accessed 29 November 2021).この文書は、世界保健機関（WHO）が作成したものです。
8. Hill AJ, Moore JB. サウンドリインフォースメントとリプロダクションのためのダイナミックな拡散信号処理。J Audio Eng Soc. 2018;66(11):953- 965.

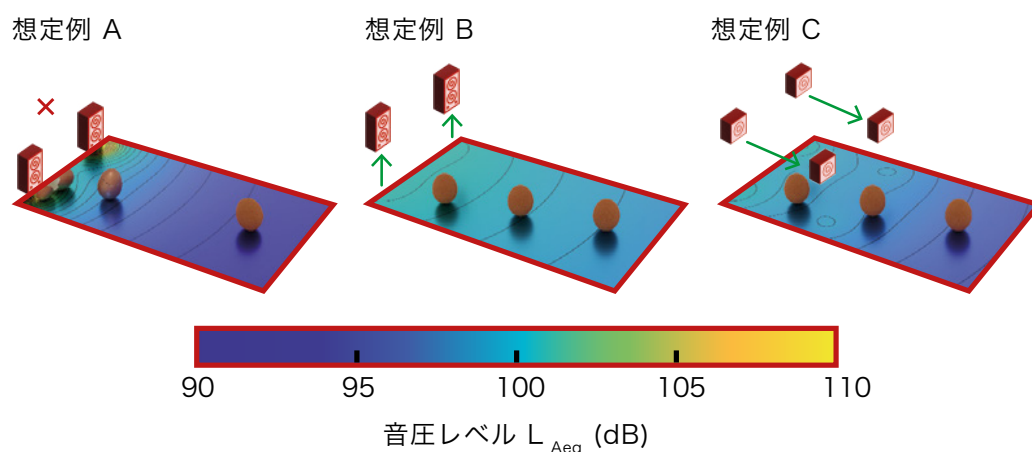
補足資料 9.

セーフリスニングのための音響分布

客席エリア全体に適度に均一な音響分布を実現するためには、一部の来場者が他の来場者よりもスピーカーに非常に近いという状況を避けることが基本です(1)。これは、直接音のレベルがスピーカーからの距離に応じて減少し、距離が2倍になると最大6dBの割合で減少するためです。

図A9.1は3つの状況を表しています。想定例Aは最悪のケースですがよく見られる配置です。スピーカーが床（またはステージ前方）に積み上げられ、来場者が近づくのを止めるものが何もない状態です。来場者の前方にいるリスナーは、後方にいるリスナーよりも何倍もスピーカーに近い位置にいることになります。また、スピーカーからの音は、前方に立っている人々によって後方に届くのが部分的に遮られます。その結果前方の来場者は危険なほど過剰に露出し、後方の来場者は音楽をはっきりと聞き取るのに苦労することになります。

図A9.1:
スピーカの設置位置と配音への影響



想定例BとCは、これらを改善するための2つの方法を示しています。会場に十分な天井高がある場合、スピーカーを天井から吊り下げて高さを出す（フライングする）ことができます（想定例B）。この場合、リスナーとスピーカーの距離は客席全体でより均等になり、誰もがスピーカーをはっきりと見ることができるようになります。その結果、場所に関係なくすべての来場者にとって安全で満足のいく音圧レベルが得られます。

想定例Cは天井高さが制限された会場で効果的に使用できるアレンジメントです(2)。メインスピーカーは想定例Bよりも低い位置で再び天井から吊り下げられ、客席後方半分へのサウンド供給はデレイフィルスピーカー（小型でパワーも弱い）でサポートされています。これらのスピーカーに送られる信号はアナログ的（電子的）またはデジタル的に遅延され、前方のメインスピーカーからの音と同期して、またはごくわずかに遅れて音が届くようになっています。これにより聞こえ

ている音がステージ上のバンドから発せられた音であり、客席の中程に設置されたスピーカーから発せられた音ではないという印象を与えることができるのです。

サブウーファースの配置

サブウーファースは約100Hz以下の低周波音を再生することに特化したスピーカーです。このような低周波音が人間の聴覚に有害であることを示す明確な証拠は今のところありません。しかし、サブウーファースを頭の高さより上に吊り上げることで、低周波音を来場者の前方から後方までより均一に分布させることができます(3)。ただし会場の天井高や耐荷重の制限により必ずしもこれが可能とは限りません。しかし低周波音への暴露が聴力に与えるリスクについての理解が深まるまでは、可能であればサブウーファースをフライングすることが望ましいと言えます。

サブウーファースの位置は、一般的に基準測定位置でのA特性音圧レベル、つまり100dB LAeq, 15 minの音圧レベルリミットを遵守する能力に限定的な直接的影響を与えます。しかし、最前列の来場者が140dB LCpeakを超えるピークレベルにさらされることなく、サウンドシステムによって生成できる低周波音の全体的なレベルを決定する可能性があります (F1.3.3参照)。

スピーカーの指向性

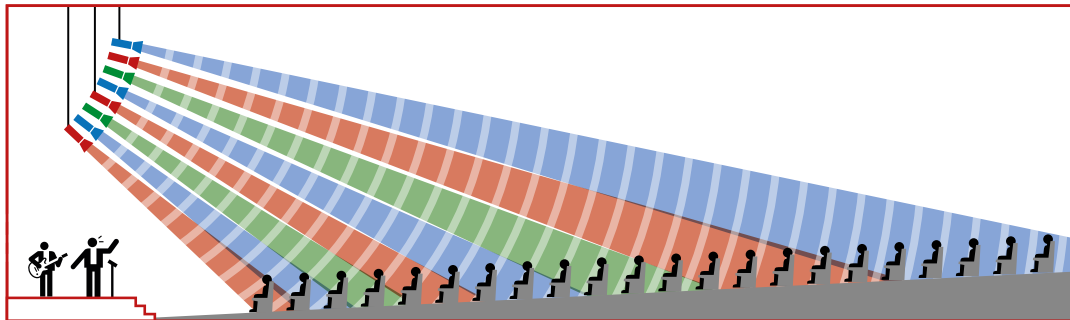
スピーカーは全方向に均等に音を出すわけではありません。特に中高周波では、ほとんどのスピーカーは想定されたカバレッジアングル（例：水平90°×垂直60°）に音を投射するように設計されています。

指向性スピーカーのメリットは以下の通りです。

- i) 音を必要なエリアに集中させる（例えば、壁や天井ではなく客席に）
- ii) スピーカー間の音の干渉を最小限に抑える（例：複数のスピーカーを使用し、それぞれが来場者席の特定の部分をカバーする場合）
- iii) 距離による音圧レベルの自然な減衰を補正する（例えば、高さのあるスピーカーを客席後方に向けると、前方の観客はスピーカーに近づくことになりますが、スピーカーが直接観客を向いていないため、前方と後方でより均一な音圧レベルを実現することができます。）

プロフェッショナルなPA用途では「ラインアレイ」と呼ばれるスピーカー構成が大規模な会場やイベントで広く使われるようになりました（図A9.2）。ラインアレイは、複数のスピーカユニットを垂直（場合によってはカーブ状）に隣接して吊り下げたものです。ラインアレイは慎重に設計・設置することで、水平面内の広いカバレッジと、垂直面内の狭く指向性の高いカバレッジを実現することができ、広い来場者席の前から後ろまで均一に音を届けるのに有効です。

図A9.2:
ラインアレイスピーカー構成による音場分布の視覚化



参考資料

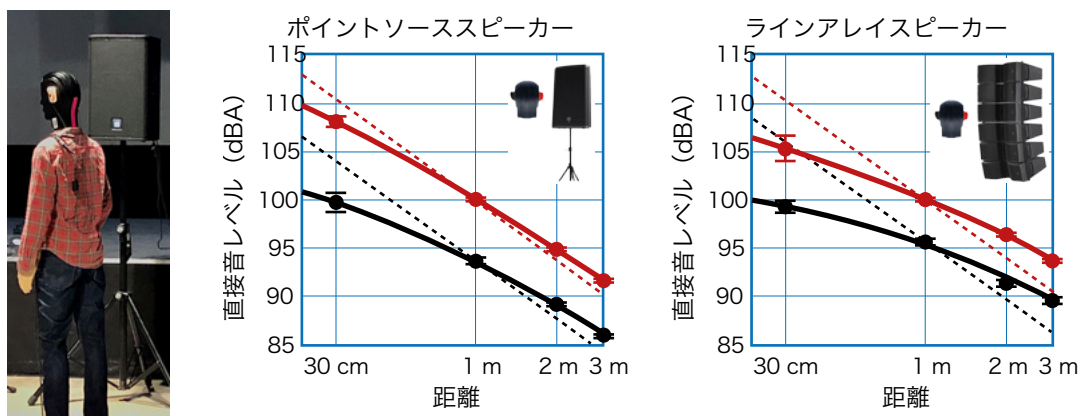
1. McCarthy J, Mulder K, Neervoort K, Shabalina E, Wardle A. 技術文書 AESTD1007.1.20-05 屋外イベントにおける音響暴露と騒音公害の理解と管理。Audio Engineering Society; New York, USA; 2020.
2. Sandell J, Berntson A, Sjösten P, Blomgren G, Kähäri K. ライブハウスにおける音響への介入 Acta Acustica united with Acustica. 2007; 93(5):843–849.
3. Corteel E, Coste-Dombre H, Combet C, Horyn Y, Montignies F. フライング vs. グランドスタック型サブウーファー構成の効率について。145th Convention of the Audio Engineering Society; New York, USA; 2018.

補足資料 10. スピーカに近い音圧レベル

スピーカに近づくと音圧レベルが急激に上昇するため、スピーカの直前は特に危険な場所となります(1)。

下の図A10.1は、英国ノッティンガムにあるライブハウス Metronomeで、スピーカの近くでA特性音圧レベルがどのように変化するかを理解するために行われた一連の測定結果を示しています(2)。

図A10.1:
ポイントソーススピーカーとラインアレイスピーカーに近距離の直接音レベル



各プロットにおいて、赤線は音響マネキンの右耳（スピーカの方を向いたとき）で受けた音圧レベル、黒線は（露出の少ない）左耳での音圧レベルに対応しています。破線はリスナーとスピーカ間の距離が半分になるときにレベルが6dB増加するという単純な仮想モデルによる予測値を示しています。

スピーカの種類によって音の大きさの増加率は異なりますが、その差にかかわらずスピーカに近づくと、特に1m以下の距離では必ず音の大きさが大きく増加します。

スピーカから30cmの距離での音圧レベルは、3mの距離よりも17dB(A)も高いことが判明しました。これはセーフリスニングのために必要な音響暴露許容時間が46分の1に減少することになります（つまりスピーカから3メートルの距離ならば4時間過ごせるのに、30センチの距離だと5分しかいられないことになります）。このことから可能な限り来場者をスピーカから遠ざけることが重要であることがわかります。

参考資料

1. Wiggins IM, Liston K. Entertainment venuesにおけるセーフリスニングのための音響分布：レビュー。Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, accessed 29 November 2021).この文書は、世界保健機関（WHO）が作成したものである。
2. Wiggins IM, Liston KI. 音響補強用スピーカー近傍の音圧レベル。音響学会の議事録。Vol.43. Pt. 2021.

補足資料 11.

ステージ上の音量の低減

ステージ上の音圧をコントロールするための提案を以下に示します(1)。これはすべてを網羅したリストではありません。中にはあらゆるタイプの会場やイベントで利用できる低コストのソリューションもあります（例：アコースティックドラム音圧レベルの減衰、フロアモニターの高さ調整など）。しかし、それ以外のものは多額の費用がかかったり、芸術的な完全性を損なったり、ミュージシャンがそれらを受け入れるためのトレーニングや順応を必要とする場合があります（例えば、インイヤーマonitoringの場合など）。すべての対策がすべてのタイプの会場やイベントに適しているわけではありません。

i) アコースティックドラムキット

アコースティックドラムキット（ステージ上で最も大きな音を出す楽器）からの音圧レベルは、ドラムやシンバルをテープ、タオル、または様々な独自のミュート製品を使用して減衰させることによって減少させることができます。バスドラムはクッションや枕、シーツ、毛布などの柔らかい素材を空洞に詰めて減衰させることでキックを強化したようなサウンドを得ることができます(2)。また場合によってはアコースティックドラムキットを電子ドラム機器に置き換えることで音圧レベルの管理がしやすくなることもあります。

ii) バックラインアンプ

ギターアンプとスピーカーキャビネットの間にパワーアッテネーターを設置すると「大音量のサウンド」を「低い音圧レベル」で得ることができます。スピーカーキャビネットはステージ外の場所（例：高さのあるステージの下）で「マイクアップ」することができる場合があります。限られたケースではありますが、アンプを完全に排除してダイレクトボックスやアンプシミュレーターに置き換えることも可能です。

iii) ステージモニター

高品質でメンテナンスの行き届いたステージモニターを使用することで、過度な音量に頼ることなくミュージシャンの声をクリアに聴くことができます。

フロアモニターを高くしたり（箱馬の上に置くなど）、演奏者に近づけたりすることで、スピーカーの出力レベルを下げながら演奏者の耳元で同じ音圧レベルを実現することができます。また、ベースシェーカー（ドラマーが自分の演奏を振動でモニターする装置）を使用すれば、ドラムフィルによる大音量のモニターの必要性を減らすことができます。限られたケースですが、ステージモニターを演奏者のインイヤーマonitorに置き換えることができるかもしれません。

ステージ上の大きな音を可能な限り抑制したら、次はステージから客席に伝搬する音を小さくします。これには次のような手順が考えられます。

- i) バックラインのアンプは来場者から離れた位置から音が出るように角度を付ける
- ii) アンプの前に吸音材（オープンセルフォームやミネラルウールスラブなど）を敷いた丈夫で直立した木の板を置き、バックラインのアンプからの直接音が来場者に届かないようブロックする



"古いアンプ"(<https://skfb.ly/onSEH>) by pibanezlはクリエイティブ・コモンズ 表示の下でライセンスされています

"マイクロフォン" (<https://skfb.ly/onKFL>) by Helinduはクリエイティブ・コモンズ 表示の下でライセンスされています

"ビールの木箱" (<https://skfb.ly/6WvCn>) by 3DDominoはクリエイティブ・コモンズ 表示の下でライセンスされています(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

- iii) アクリルやポリカーボネート製の透明なスクリーンで、ドラムセットやその他の大音量のアコースティック楽器からの直接音を遮断する（スクリーンは楽器の側面を囲むように設置し、背後の壁は反射音を低減するために吸音材で処理することが理想的）

画像提供：www.gear4music.com/（WHD Drum Shield）

上記の対策はいずれも演奏者、技術者、音響技術者の協力と同意が必要です。

参考資料

1. Wiggins IM, Liston K. Entertainment venuesにおけるセーフリスニングのための音響分布：レビュー。Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, accessed 17 December 2021).この文書は、世界保健機関（WHO）が作成したものです。

2. Hill A, Hawksford M, Rosenthal A, Gland G. Kick-drum signal acquisition, isolation, and reinforcement optimization in live sound（ライブサウンドにおけるキックドラム信号の捕

捉、分離、補強の最適化) . Audio Engineering Society convention paper 8357. 2011;13-16
([https:// www.researchgate.net/publication/228410182_Kick-Drum_Signal_Acquisition_Isolation_and_Reinforcement_Optimization_in_Live_Sound](https://www.researchgate.net/publication/228410182_Kick-Drum_Signal_Acquisition_Isolation_and_Reinforcement_Optimization_in_Live_Sound), accessed 17
December 2021).

World Health Organization

20 Avenue Appia 1211 Geneva 27 Switzerland

website: www.who.int/initiatives/behealthy e-mail: bhbm@who.in